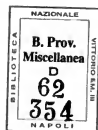




VITTORIO S.M. 8

VITTORIO S.M. 8



MEMORIA
SU LA
MARINERIA DEGLI ANTICHI
E SU I
NAVIGLI A PARECCHI ORDINI DI REMI



MILANO TIP. TRUFFI.

MEMORIA

SU LA

MARINERIA DEGLI ANTICHI

E SU I

NAVIGLI A PARECCHI ORDINI DI REMI

DI
GIOVANNI RONDELET

Architetto Cavaliere della Legione d'onore; Membro dell'Istituto di Francia; Membro onorario del Comitato consultivo delle fabbriche della Corona; Ispettore generale onorario dei lavori pubblici, e Membro onorario del Consiglio dei Fabbricanti civili presso il Ministro dell'Interno; Professore emerito di Costruzione alla Scuola Reale di Belle Arti; Socio dell'Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Lione; Membro onorario dell'Accademia di S. Luca a Roma; Socio libero dell'Accademia Imperiale di Pietroburgo e di molte altre dotte Società.

— VOLTATA IN ITALIANO

DA
LUIGI MASIERI



MANTOVA

presso gli Editori *Fratelli Negretti*

N.DCCC.XL





Al Lettore

La Memoria sulla Marineria degli antichi e sui navigli a parecchi ordini di remi manifesta il fortissimo ingegno di Rondelet.

A tutti è noto come i navigli di siffatta maniera sieno ad onta dei tanti bassirilievi su cui vengono rappresentati e dei disegni giunti sino a noi, poco meno che un problema; e tal problema di cui alcuni, dopo lunghissimi tentativi e varii esperimenti andati a vuoto, dichiararono difficilissima la soluzione ed altri persino impossibile.

Il nostro chiaro autore, diligentemente raccolte le notizie degli antichi, e le opinioni di Deslandes, Palmerio, Fabretti, Vossio, Meibonio, Vegezio, Leroy, tenuto conto d'ogni menoma particolarità, raffrontate le cognizioni e le dizioni, non che le

diverse misure di capacità, peso e lunghezza, mine, cubiti, metrete, moggia, talenti, stadii, dagli scrittori adoperate, si propone, se non indicare asseverantemente quali si fossero i congegni per siffatti navigli, (chè non l'avrebbe potuto) mostrare se non altro quali potevano essere e quali potrebbero formarsi, e su che norme, perchè a pari cose ottenessero il fine che si proponevano gli antichi.

Le sue ipotesi e le sue idee sull'arca di Noè, che può ben dirsi il più antico dei navigli, e che offre una curiosità storica interessantissima, sono in vero meritevolissime di studio, nè poteasi trarre miglior partito da quanto la Bibbia, Calmet e Giuseppe Ebreo ne tramandarono.

In questa Memoria Rondelet comprese alcune osservazioni, e le andò sviluppando in diciotto applicazioni utilissime, sulla stabilità dei corpi posti in un liquido, e sul loro modo d'immersione.

Del nostro chiaro autore non vide sinora l'Italia che una accurata versione dell'Arte di Edificare, eseguita per cura del dottor Soresina: restava in ogni cultore degli studii d'architettura terrestre e navale il ferventissimo desiderio di possedere anche le altre Memorie che su varii argomenti stese il sommo architetto; noi soddisfacciamo a tale desiderio con quest'opuscolo che sarebbe vano con inutile spaccio di parole raccomandare agli studiosi.

MEMORIA

SULLA

MARINERIA DEGLI ANTICHI

E SUI

NAVIGLI A PIÙ ORDINI DI REMI



Il mio desiderio di particolarmente studiare tutto ciò che può riferirsi alla scienza della costruzione, m' indusse ad istituire ricerche sulla disposizione di que' famosi navigli a più ordini di remi, dei quali si fa parola in Plutarco ed Ateneo, e che furono argomento a non poche dissertazioni dei dotti e dei Commentatori: nè, a mio avviso, potevasi sceglier cosa più opportuna a dare esatta idea dei progressi dagli antichi nella meccanica e nell' arte di costruire.

Si crederà di leggieri essere stata l' arte di costruire navigli, al pari di tutte le altre, risultamento del tempo e dell' esperienza, e forse molti secoli si succedettero prima che formar si potessero barche mobili a remi, dirette col governale ed a vele.

Fors' anche i primi esperimenti cominciarono oltre migliaja d'anni al di là dei più remoti tempi de' quali ne parla la storia: forse l' arte della navigazione fu trovata, perduta e rinnovata in epoche diverse.

Le grandi catastrofi che sopportò il nostro globo han potuto successivamente distruggere parecchi popoli navigatori come i Tirii, gli Egiziani ed i Cartaginesi. I navigli petrificati, che vogliansi trovati sull' Appennino (1) e le montagne della Svizzera, confermano tali congetture, al pari di molte altre rovine scoperte in varie contrade a considerevoli profondità.

I più vecchi storici, le opere de' quali, o intere o a frammenti, giunsero, a noi non contano più di quattromila anni d' antichità. Quanto

(1) Teliamedo, t. I, pag. 179 e 180.

narrano dei tempi anteriori non ha altro fondamento che tradizioni incerte o favolose, che perdono d'autorità più sono lontani i tempi e i luoghi in che si vogliono accaduti i fatti narrati, e più grande è il maraviglioso di che piacque rivestirli ai poeti.

Parecchi monumenti però dell'Asia e dell'Africa provano come grandi popoli esistessero in remotissimi tempi, i quali avevano condotte le arti e le scienze a certo grado di perfezione, e possedeano un linguaggio ed una maniera di scrivere sconosciuti; come a cagion d'esempio, i geroglifici egiziani ed i caratteri scolpiti sui monumenti di Persepoli.

La storia profana non presenta fatti certi e ben circostanziati se non dopo la fondazione delle Olimpiadi, settecento settantasei anni cioè prima dell'era volgare. Erodoto (1), il più antico storico, dopo Mosè, le opere del quale sieno giunte sino a noi, è il primo che ne abbia dato un'idea dello stato di incivilimento degli antichi popoli, e della potenza a cui erano saliti, come pure delle arti, delle scienze, della navigazione e del loro commercio.

Questo autore, che vivea un cinque secoli prima dell'era volgare, avea consultate le opere dei suoi predecessori, de' quali più non restano che i nomi e pochi frammenti di scritti, e questi pur messi in dubbio, come Darete (2), Ditti di Creta (3), Dionigi di Mileto (4), Ecateo (5), Ellanico (6), Sciarone di Lampsaco (7), ec. Quanto all'arte di far congegni atti a reggersi sull'acqua, può dirsi che il più antico e straordinario di tutti sia l'arca di Noè, descritta nella Genesi. Dal che può conchiudersi che quest'arte sia stata sconosciuta prima del diluvio, che si fa risalire 2348 avanti l'era volgare.

Marineria degli antichi Egiziani e dei Greci.

Alcuni dei più antichi autori greci attribuiscono l'invenzione

(1) Erodoto d' Alicarnasso, città della Caria, viveva 469 anni prima dell'era volgare.

(2 e 3) Cretesi che Darete e Ditti di Creta abbiano scritta una storia della guerra troiana, 1200 anni circa prima dell'era volgare.

(4) Dionigi di Mileto viveva 521 anni prima dell'era volgare.

(5) Ecateo, che scrisse una descrizione dell'Asia, vivea 549 anni prima dell'era volgare.

(6) Ellanico di Mitilene, citato dagli antichi autori, che vivea 486 anni prima dell'era volgare, scrisse una storia degli antichi re del mondo e dei fondatori delle città, che non è giunta sino a noi.

(7) Sciarone di Lampsaco scrisse una storia di Persia.

dei primi navigli a Prometeo, Nettuno, Giano, Atlante, Ercole; gli altri a Bacco, Minerva, Danao, Minosse, Teseo e Piritoo.

Plinio il naturalista (1), che visse in tempi da poter consultare opere che or più non si trovano, narra come Danao fosse il primo il quale venne d'Egitto in Grecia sur un naviglio a cinquanta remi, 1511 anni avanti l'era volgare, stando alla cronica dei marmi parii. È certo che un naviglio a cinquanta remi, e la traversata di un mare largo più di cento leghe, o una navigazione di settecento cinquanta leghe di spiaggia, manifestano notevoli progressi fatti dagli Egizii di quel tempo in tal arte. Parecchi autori loro attribuiscono l'invenzione dei remi, delle vele e del governale.

Per autorità di Filostefano, il primo lungo vascello adoperato alla navigazione fu quello di Giasone o degli Argonauti, 219 anni dopo l'arrivo di Danao in Grecia. Egesia dà lode di tal trovato a Paralo, Clesia a Semiramide, Archimaco ad Egcone. Damaste dice che i primi navigli a due ordini di remi furono immaginati dagli Eritrei: secondo Tuciddide quelli a tre remi lo furono da Amimocle di Corinto 786 anni prima dell'era volgare.

I navigli a quattro ordini di remi furono immaginati dai Cartaginesi, quelli a cinque dagli abitanti di Salamina, a detta almeno di Mnesegitone; Senagora dice che quelli a sei remi lo furono dai Siracusani: i navigli da sei sino a dieci da Alessandro Magno, a detta di Mnesegitone. Pure Filostefano accerta che Tolomeo Sotero fu il primo a far costruire navigli a dodici ordini di remi.

Circa 300 anni primi dell'era volgare, Demetrio Poliorcete, figlio di Antigone, uno dei successori di Alessandro Magno, se' costruirne a quindici ed a sedici ordini di remi. Alcun tempo dopo, Jerone di Siracusa ne fe' fare un altro a venti ordini di remi. Tolomeo Filadelfo ne fe' costruire due a trenta ordini, e finalmente Tolomeo Filopatore, che regnava 221 anni prima dell'era volgare, volendo superchiare i suoi predecessori, ne fe' costruire uno a quaranta ordini di remi; il più grande naviglio che sia stato eseguito dagli antichi e dai moderni.

Prima di entrare in discussione sulla possibilità di tali navigli, provata da parecchi moderni autori, daremo qui la traduzione pressochè letterale dei passi degli antichi che parlarono di quelli di quindici, venti e quarant'ordini di remi o file di rematori.

(1) Plinio, lib. VII.

*Navigli a quindici e a sedici ordini di remi ,
di Demetrio Poliorcete.*

(Tav. II, fig. 2.)

Plutarco nella vita di questo capitano così si esprime:

« Ma l'opere ancora fabrili di Demetrio aveano in loro un certo che di reale, e l'arte di lui si vedeva nelle cose grandi: e l'opere sue mostravano sottigliezza, acutezza d'ingegno, insieme con singolar prudenza: ch'esse pareano degne non solo della spesa, ma ancora della mano reale. Onde l'opere di lui, con la grandezza loro, davano spavento agli amici, e con la lor bellezza davano diletto ancora a' nemici. E questo istesso con maggior verità che ornamento è stato detto da noi. E fra l'altre cose degne di memoria dicono che egli fece ancora due navi, l'una delle quali era con sedici remi, e l'altra con quindici, e ch'egli con maraviglioso artificio fabbricò alcune macchine per espugnar le città, le quali si chiamavano Elopole, che a' nemici che le videro davano incredibile stupore. Si come dicono che avvenne a Lisimaco, il quale, ancorchè sopra tutti gli altri re fosse nimico a Demetrio, nondimeno avendo egli domandato a Demetrio, il quale assediava una città della Cilicia, che gli lasciasse vedere le sue macchine e le sue navi, ed avendogli in ciò molto molto amovibilmente compiaciuto Demetrio, poi ch'egli ebbe veduto tutte le opere, dicono ch'egli si partì vinto da maraviglia » (1).

Il tempo in cui questi navigli furono costrutti può venir considerato siccome l'epoca in cui la marineria de' Greci e degli Egiziani era giunta al suo massimo grado di perfezione. Jerone, Tolomeo Filadelfo e Tolomeo Filopatore fecero poi costruir grandi navigli, ma più fatti ad ostentazione che a vantaggio, e tali da non potersi considerare se non come cittadelle e case galleggianti.

Naviglio a venti ordini di remi di Jerone tiranno di Siracusa.

Ateneo, al libro 5 della sua opera intitolata *Il Convito dei Sofisti*, ne dice come Jerone, mai sempre mostratosi il fedele alleato del popolo romano, si distinguesse segnatamente pel suo amor delle arti. Splendido ed avido di onori e di gloria, fe' costruir templi, ginnasii, navigli d'ogni maniera, e quelli soprattutto destinati al trasporto dei

(1) Vedi le Vite degli uomini illustri di Plutarco, traduzione del Domenichi.

grani. Magnificentissimo sopra ogni altro fu quello di che Moschio ne fa la descrizione.

Si trasse dall'Etna, dice il ricordato autore, sì gran quantità di legnami per la costruzione di questo naviglio, che sarebbe bastata per sessanta triremi. Fatti da Jerone raccogliere tutti i necessari materiali, legnami pei fondi, fianchi, chiodi ed altri accessori, fe' giungere pioppi dall'Italia pei remi, cordami dall'Iberia, canapi dalle rive dal Rodano, e da differenti punti altri differenti attrezzi.

Riunito un gran numero di operai, fe' loro capo Archia, architetto di Corinto, raccomandandogli la massima operosità, ed egli stesso colla sua presenza incoraggiava gli artieri. La metà di questo naviglio, cioè la parte inferiore fu compiuta in sei mesi, e foderata da doppie lamine di piombo internamente. Trecento operai intesero al taglio dei legnami, non contando le altre bisogne. Appena dunque terminata quella prima, volle Jerone la si ponesse in acqua per provarla, e si procedesse in pari tempo alla rimanente parte. Ma vedendo che gli architetti dissentivano sul modo di trasportarla, Jerone fe' capo al famoso Archimede, il quale riesci a scavare nn canale, che empl di acqua per via di parecchi elici, specie di macchina da poi conosciuta col nome di *Vite d'Archimede*, sicchè con poco dispendio di forze la parte costrutta fu tratta in mare.

L'altra parte del naviglio fu pure compiuta in sei mesi, e a commetterne i pezzi furono adoperati chiavarde di rame, che pesavano da dieci a quindici mine (1). Per porle in opera si facevano fori a succhiello, che attraversavano gli orli e i pezzi di legname di mezzo, e perchè l'acqua non penetrasse, si coprivano i luoghi ove erano tali chiavarde con lamine di piombo e capocchie intonacate di pece.

Questo naviglio (2) a venti ordini di remi era diviso in tre piani al disopra del fondo della cala con tre corridoi pel maneggio dei pezzi d'ogni piano: vi si ascendeva per molte scale. Il piano inferiore serviva per le provigioni, quello di mezzo per gli appartamenti, e il superiore pei soldati e per le armi. Il corridoio del piano di mezzo conduceva da una parte a trenta camere di quattro letti, dall'altra

(1) Dalle 9 libbre e 2 once sino a libbre $13 \frac{3}{4}$, o dai 4 chilogrammi e 470 gramme sino a 6 chilogrammi e 705 gramme. La mina antica equivale ad 8416 grani o 14 once e $\frac{11}{18}$ o 14 once, 4 grossi, 64 grani, corrispondenti a 447 gramme. (*Metrológ. di Paucton*).

(2) Nel testo greco *εικοσώπορ* (*eicosóporos*), nella version latina *viginti remorum ordines*.

a quindici camere per la ciurma. Agli estremi stavano tre sale da convito e una cucina dal lato di poppa. Le sale pavimentate a mosaico, raffigurante tutta l'Iliade di Omero, il soffitto, le porte, gli stipiti, tutto era lavorato con molta arte e perfezione. Al piano superiore era un ginnasio con portici proporzionati alla grandezza del naviglio: intorno fiorivano giardini ricchi di ogni sorta di piante. Vi si vedevano pergolati ed edere, viti arrampicanti in bella foggia, impiantate in vasi pieni di terra. All'estremità ammiravasi un edificio sacro a Venere, ove in una camera a tre letti stendevasi un pavimento formato a combinati lavori di agate e di pietre fra le più preziose che vantar potesse la Sicilia. Le modanature, gli stipiti, il soffitto erano formati di cipresso, le porte di cedro incrostate d'avorio, ed il sopraornato magnifico per vasi e pitture e statue di maestro lavoro. Vedevasi ancora un edificio chiamato *Scolasterion* contenente una sala a cinque letti, una biblioteca ed una stanza pei bagni, colle incorniciature e le porte di bosso.

Al vertice del frontone stava una specie di quadrante solare detto polo, ad imitazione di quello dell'Acradina (1). Vedevansi nei bagni tre caldaie di rame ed un vaso a foggia di tino d'un sol pezzo di pietra taormina (2), capace d'un cinque metrete d'acqua (3).

Vi si erano costrutti alloggi per cavalieri e palafrenieri, e dieci scuderie, separate e collocate da ogni parte dei bordi, con granaia pei foraggi e serbatoi di viveri pei padroni e pei servi.

Dal lato della poppa erasi costruito un gran serbatoio che conteneva diecimila metrete d'acqua (4), formato di tavole rivestite di tele intonacate di pece. Dopo di che un vivaio foderato di lastre di piombo e pieno d'acqua di mare, nel quale si nutrivano molti pesci. I forni, i mulini, le cucine, i ripostigli da legnami ed altri locali ad uso de' cuccinieri costrutti all'esterno, posavano su travi di legno aggettanti l'una dall'altra a poca distanza.

(1) La più bella parte della città di Siracusa, che si specchia in mare.

(2) Specie di marmo tratto dalle cave di *Tauromenium*, ora Taormina.

(3) La metreta o mezzaruola è una misura greca corrispondente, a detta di Pausan, ad un piede cubico greco o 1504 pollici $\frac{3}{8}$ o ad $\frac{1}{9}$ di moggio, o 31 pinte $\frac{1}{5}$, ed in misura nuova a 0,029,791 di metro cubico o 30 litri. E però le cinque metrete che conteneva questo vaso corrispondevano a 4 piedi $\frac{610}{1728}$ un poco più d'un mezzo moggio, o quattro secchie d'acqua corrispondenti a 150 litri.

(4) 219 moggia o 59 metri $\frac{482}{1000}$ cubi, o 1752 piedi cubici $\frac{2}{3}$.

L'esterno di questo naviglio era decorato da Atlanti (1), alti sei cubiti (2), collocati a distanze eguali per reggere lo sporto de' tavolati superiori. Gli spazi tra queste figure formavano tre aperture per lo sbocco dei remi. Il sopraornato, ricco di bellissimi dipinti, attraeva gli sguardi degli spettatori. Il disopra era fortificato da otto torri proporzionate alla grandezza del naviglio, cioè due a poppa, due a proda, ed altre nell'intervallo, e munite di merli ed aperture da lanciar pietre su gli assediati, ognuna difesa da quattro armati di tutto punto e da due arcieri. Queste torri erano piene di pietre e di dardi.

Lungo il bordo dei navigli stava una sorte di muro o bastione, con suvvi tre specie di macchine inventate da Archimede. Le une potevano lanciar pietre del peso di tre talenti (3), le altre dardi di dodici cubiti (4) di lunghezza, alla distanza d'uno stadio (5), e finalmente altre sostenevano grosse travi sospese a catene sboccanti pei fori praticati in questa specie di bastione. Questo naviglio avea tre alberi, a ciascuno de' quali s'era accomodata certa specie di palchi carichi di pietre e palle di piombo da lanciar contro gli assediati.

Vi si era pure aggiunto al di fuori un trinceramento con punti di ferro, per impedire al nemico di venire all'abbordo, e rafi dello stesso metallo da lanciare sui navigli nemici, aggrapparli ed esporle al tempestare delle macchine.

Su ciascuno di questi baluardi stavano sessanta giovani armati di tutto punto, ed altrettanti attorno agli alberi per somministrar pietre a quelli attorno alle piattaforme. Eransi pure appostati intorno

(1) Il testo greco dice:

Ἀτλαντὶς γὰρ περίκειται τὸν ναυὸς ἑκατόν, ἢ ὅσαί τινες ὑποδείξῃ σὺν τοῖς κινήματι καὶ τοῖς ἰσχυράσιν.

Il testo latino:

Atlantes cubitorum sex molem summi tabulati et trigliforum suscipientes.

(2) Se erano cubiti greci, queste figure doveano avere 8 piedi, 7 pollici $\frac{1}{8}$, o 2 metri 790 millimetri.

(3) Il talento valeva 60 mine, ciascuna di 14 once $\frac{1}{18}$ o 447 gramme, il che dà pel talento 54 libbre, 12 once e tre quarti, o 26 chilogrammi, 825 gramme. E però le pietre di tre talenti equivalevano a 164 libbre 6 once e tre quarti, o ad 80 chilogrammi, 475 gramme.

(4) Il cubito greco, sendo di 17 pollici $\frac{3}{16}$ ossia 465 millimetri, questi dardi avevano 17 piedi, 2 pollici e un quarto, ossia 5 metri, 58 centimetri.

(5) Lo stadio era di 600 piedi greci, ossia 625 piedi romani, corrispondenti a 572 piedi, 11 pollici, ossia 95 tese, 2 piedi, 11 pollici, od a 186 metri.

agli alberi congegni di rame, nei quali potevansi collocare soldati e giovinetti che somministravano pietre e dardi fatti salire in ceste con carrucole.

Fu posto dapprima a questo naviglio il nome di Siracusano: avea quattro àncore di legno e otto di ferro. Come non eravi in Sicilia porto in cui questo naviglio potesse ripararsi, Jerone fermò regalarlo a Tolomeo Filadelfo, che regnava allora in Egitto, e cambiò il suo nome in quello di Alessandrino. Fe' accompagnare questo naviglio da parecchi altri di minor grandezza. Il principale era un *Cercurio*, che sol procedeva a remi, col carico di tremila talenti (1). A questo naviglio andavano uniti parecchi altri, di mille cinquecento talenti (2).

Tolomeo Filadelfo, a cui fu spedito questo naviglio, era giunto a formarsi una marineria più ragguardevole di quella di tutti gli altri sovrani. Componeasi di dodici navigli a trenta ordini di remi, uno di venti, quattro di tredici, due di dodici, quattordici di undici, trenta di nove, trentasette di sette, cinque di sei, diciassette di cinque, trentaquattro di tre e quattro ordini, senza contar più di quattro mila navigli comuni, che spediva nelle isole e nelle città marittime di sua dominazione.

Naviglio a quaranta ordini di remi di Tolomeo Filadelfo.

(Tav. II, fig. 1, e tav. III, fig. 1 e 2).

Calliseno, Plutarco ed Ateneo s'accordano in dire che questo naviglio avea 280 cubiti egiziani (3) di lunghezza, e 38 cubiti di larghezza (4) tra i paradoni (5).

L'altezza dell'*acrostolion* o ornamento della proda era di 48 cubiti (6), e quello dell'*afleston*, od ornamento di poppa, di 53 cubiti (7). I più grandi remi dei Traniti aveano 38 cubiti (8); erano

(1) 164390 libbre, cioè più di 80 tonnellate.

(2) 41 tonnellate.

(3) Il cubito egiziano, sendo di 19 pollici e quattro quinti, i 280 cubiti corrispondono a 462 piedi o 150 metri.

(4) 62 piedi, 8 pollici $\frac{4}{10}$ ossia 20 metri e 401 millimetri.

(5) Specie di appoggi che separavano i rematori.

(6) 79 piedi, 2 pollici $\frac{4}{10}$.

(7) 87 piedi, 5 pollici $\frac{4}{10}$.

(8) 62 piedi, 8 pollici $\frac{4}{10}$.

però facili a manovrare, perchè s'era applicata all'estremità del loro manico una massa di piombo che li poneva in equilibrio sul loro punto d'appoggio.

Questo naviglio avea quattro governali, ciascuno di 30 cubiti (1), e due poppe e due prode munite di sette speroni di diverse grandezze, il più grande de' quali nel mezzo; questo naviglio, diviso in altezza da dodici tavolati, eccitava l'ammirazione per la grandezza e per la bellezza delle forme e la ricchezza degli ornamenti.

La poppa e la proda erano decorate di figure d'animali di 12 cubiti (2); vi si notavano porte dipinte a vernici di varii colori, e di gradevolissimo effetto. La parte esterna dei remi, sino all'appoggio intorno ai quali si movevano, era ornata di remi e foglie d'edera dipinte nello stesso modo, al par di tutto quanto serviva all'uso di questo naviglio.

Quando Tolomeo ebbe provveduto all'equipaggio di questo naviglio, e volle provarlo sul mare, abbisognarono più di quattromila rematori (3) e quattrocento marinieri per farlo muovere: conteneva inoltre tremila ottocento cinquanta soldati per guarnire la tolda e i bordi, ed un grandissimo numero di persone destinate a preparare e distribuire i viveri e ad altre funzioni, collocate internamente sopra banchi.

Nelle preparazioni e nelle macchine per condurre dal cantiere questo naviglio, ov' era stato costruito, fino al mare, fu necessario tanto legname quanto ne sarebbe occorso per fabbricare cinquanta navigli a cinque ordini di remi. Questa operazione fu fatta fra le acclamazioni del popolo e d'una moltitudine di uomini intenti a trascinar il naviglio al clangor delle trombe.

Per ripararlo dai guasti del mare, un Fenicio trovò modo di scavare un bacino grande tanto da contenerlo. Sul fondo solidamente costruito in pietre da taglio innalzò nel senso della lunghezza due specie di muri o massicci paralleli di cinque cubiti (4) d'altezza, formanti nel mezzo un canale, sul quale posò in traverso grosse travi a certa distanza le une dalle altre, con le estremità in-

(1) 49 piedi e 6 pollici.

(2) 19 piedi, 9 pollici $\frac{6}{10}$, ossia 6 metri, 433 millimetri.

(3) Cioè quaranta file di cinquanta rematori da ogni lato. Lefebvre di Villebrune fa ascendere questo numero solo a tremila, ma il greco dice *tetra killon*, che vuol dire quattromila.

(4) 8 piedi, 3 pollici.

tagliate nel senso della grossezza in questi massicci, sicchè non restavano che quattro cubiti sotto queste travi in fondo al canale. Poi introdotta l'acqua del mare in questo bacino, ne empi tutta la capacità per modo da potervi far entrare il naviglio a galla al disopra del tavolo, tirandolo coll'aiuto d' un certo numero d'uomini. Quando fu introdotto, fe' chiudere l'apertura per dove l'acqua del mare era entrata, e pervenne con trombe a vuotar tutta l'acqua che conteneva, di modo che questo naviglio discendendo pian piano si trovò posto senza scosse su le travi ove restava a secco ed al riparo da qualunque pericolo. Per farlo uscire bastava alzar le porte delle chiuse che chiudevano l'ingresso del bacino dalla parte del mare, che rientrato nel bacino lo riponeva a galla.

Tolomeo Filopatore fe' costruire un altro bastimento per navigare sul Nilo, che chiamò Talamego. Aveva un mezzo stadio o 400 cubiti (1) di lunghezza per 30 (2) di massima larghezza. La sua altezza al di sopra dell'acqua era quasi di 40 cubiti (3), compresa quella del padiglione innalzato su la tolda. Ma questo bastimento era piuttosto un palazzo galleggiante che un naviglio. Vi si vedevano gallerie, portici, templi, appartamenti e sale di grandissima magnificenza, sul fare di quelle del naviglio di Jerone, di cui abbiain dato la descrizione, e modello forse dei grandi navigli di Tolomeo Filopatore e del Filadelfo.

Marineria dei Romani e dei Cartaginesi.

I Romani cominciarono solo ad avere una marineria verso il tempo della prima guerra punica, 264 anni circa prima dell' era volgare. Quella dei Cartaginesi era in allora considerevole, ma i loro navigli non aveano a che far nulla con la grandezza e la magnificenza di quelli degli Egiziani o dei Greci. L'esperienza aveva ad essi fatto preferire dimensioni meno grandi e forme più semplici sì come più adatte alla navigazione. I loro maggiori navigli di guerra non contavano che cinque ordini di remi. Quelli dei Romani furono dapprima grossolanamente costrutti e difficili a manovrare, ma in progresso pervennero, adottando la forma dei navigli cartaginesi, a dar loro la bellezza e l'eleganza di quelli dei Greci.

(1) 660 piedi, ossia 110 tese, ossia 214 metri, 394 millimetri.

(2) 49 piedi, 6 pollici o 10 metri, 79 millimetri.

(3) 66 piedi o 21. metri, 439 millimetri.

I più grandi navigli che costrussero furono sestiremi, cioè a sei ordini di remi.

L'ultima battaglia navale, ove si fece uso di navigli a più di sei ordini di remi è quella d'Azio, vinta da Augusto l'anno 31 prima dell'era volgare. Leggesi nella vita di Marco Antonio, scritta da Plutarco, com' egli avesse raccolto più di cinquecento navigli ad otto o dieci ordini di remi. Augusto non avea che dugencinquanta navigli, de' quali i più grandi erano sestireni, ma bene armati e forti di molti esercitati rematori: ed Antonio invece, che ne mancava fu costretto valersi d'ogni maniera di persone poco avvezze a questo esercizio (1), come viaggiatori, mulattieri e mietitori. In tal contingenza si trovò costretto ad usare uno stratagemma, che gli riuscì, per impedire ad Augusto di impadronirsi della flotta ancorata nel fondo del golfo d'Arta. Collocò tutti sopraccoperta, acciò essendo veduti, paressero difensori e soldati; pose di qua e di là gli ordini di remi in fronte, sì che le navi, trovandosi contro il nemico, pareva fossero appa- recchiate a combattere. E così Cesare si partì schernito da Antonio.

Ma quando bisognò combattere davvero, Antonio non trovò rematori che per dugento navigli, scelti fra' più grandi e più forti, ed arse tutti gli altri, fuorchè sessanta che mandò a Cleopatra.

Floro, parlando per Augusto, dice: Non avevamo meno di quattrocento vascelli; gli inimici non più di dugento, ma la grandezza di questi compensava il numero.

Erano di sei a nove ordini di remi, muniti di torri a parecchi piani: si sarebbero detti castelli o città galleggianti. Il mare gemeva sotto il loro peso, ed i venti a stento poteano farli muovere; l'enormità della massa fu la cagione della loro perdita.

Quelli d'Augusto più leggeri erano attissimi a tutte le necessarie evoluzioni, per attaccare, ritirarsi ed evitare l'arrembaggio: riunendosi parecchi contr'una di queste pesanti masse, inabili ad ogni manovra, venivano a capo di distruggerle e sperderle, rompendo remi e governale, non che ad incendiarle gettando materie infiammabili.

Antonio, più valente nelle battaglie di terra, che in quelle di mare, aveva pensato che i soldati combattendo sopraccoperta

(1) I Greci e i Romani esercitavano lor rematori con molta cura per giungere a farli manovrare insieme in modo uniforme senza imbarazzi. Un grido gli avvertiva d'immerger i remi tutti ad un tempo, e per andar più presto o più lento; spesso tal avviso si dava cantando o col suono del flauto o con qualch'altro strumento (*Antichità di Monf.* t. VIII, p. 271.)

di questi grandi navigli come su le mura di una cittadella, verrebbero facilmente a impadronirsi dei bastimenti di Cesare. Difatti avevano il sopravvento ogni qualvolta potevano aggrapparli; e se questi navigli costrutti di grosse travi quadrate connesse con forti legami di ferro, con le prode munite di speroni di rame fortissimi, non fossero stati spostati e dispersi, prima per seguire la flotta di Augusto che finse fuggire per tirarli al largo, e poi per dar passaggio ai sessanta navigli di Cleopatra, quando si ritirò, Cesare non aveva potuto ottenere la vittoria.

Vegezio pretende che i navigli che contribuirono maggiormente alla vittoria della battaglia d'Azio, furono quelli de' Liburniani, popoli della Dalmazia, su le rive del mar Adriatico o golfo di Venezia; questo popolo esercitava la pirateria con leggerissimi navigli. Tale buon successo fu cagione che i Romani ne adottassero poscia le forme, come già avevano imitato quelle dei navigli cartaginesi: questi bastimenti perfezionati furono indicati sotto il nome di liburni. Vegezio dice che erano di differenti dimensioni: i minori non avevano che un sol ordine di remi, gli altri, tre, quattro e sino cinque ordini di rematori, in ragione della loro grandezza. (Tav. I, fig. 3).

Dal modo con cui si esprime Vegezio (1) pare che a'suoi tempi, cioè sotto l'impero di Giustiniano, verso l'anno 375, si fosse già perduta l'idea dei navigli a cinque ordini di remi, poichè, parlando di questi ultimi, dice che non bisogna maravigliarsi di questo numero, perchè alla battaglia d'Azio ve n'erano di sei ordini ed anche di più.

Zozimo, storico greco, che viveva sulla fine del quinto secolo, parlando di Fravita, generale degli imperatori Arcadio ed Onorio, narra che procurò di raccogliere molti liburni, ed accenna che scorrevano veloci quanto i navigli a cinquanta remi, ma molto meno delle triremi, già da gran tempo fuor d'uso.

Questi liburni erano probabilmente navigli a due e tre ordini di remi, simili a quelli che l'imperatore Leone indica col nome di triremi e di dromoni nella decimanona delle sue istituzioni militari (Tom. II, pag. 138), in cui così si esprime: « Ciascun dromono deve avere una larghezza proporzionata alla sua lunghezza, con due

(1) Il testo di Vegezio dice:

Quod ad magnitudinem pertinet, minima liburnæ remorum habent singulos ordines, paulo majores binos; idoneæ mensuræ ternos vel quaternos, interdum quinque sortiantur remigum gradus.

ordini di remi, l'uno in alto, l'altro al basso, e per ciascun banco venticinque rematori da ciascuna parte, in tutto cento.

« Ogni dromone avrà un prefetto, un luogotenente, un vessillifero e due piloti per governarlo. I due rematori più vicini alla prua intenderanno altresì uno alla pompa, l'altro a gettar l'ancora. Il piloto che governerà la prora deve star seduto nel luogo più elevato e ben coperto d'armi difensive. Il sito del prefetto sarà verso poppa, in luogo appartato, fuor da pericoli, da dove possa veder tutto e dare gli ordini opportuni.

« Si potranno costruire dromoni più grandi, cioè a tre ordini, capaci di dugento uomini, e più anche se fa d'uopo. Saranno cinquanta pei banchi inferiori e .cencinquanta pei superiori. Questi ultimi saranno tutti armati per combattere ».

Secondo tale descrizione sembra che i dromoni fossero una specie di triremi, l'uso delle quali si era conservato sott'altro nome.

Quattrocento anni e più dopo il regno di Leone, verso il 1534, sotto l'impero del giovane Andronico, Giovanni Cantacuzeno, suo primo ministro, e uomo di gran genio, formò una flotta di cencinquanta navigli, fra' quali se ne trovavano a due e a tre ordini di remi. È questa l'ultima epoca in cui si faccia menzione di navigli a più ordini di remi. Da questo tempo si provò a sostituire a siffatti navigli le galere ad un sol ordine di remi, a ciascuno de' quali erano adetti più rematori. Si attribuisce quest'idea al celebre Andrea Doria, ammiraglio di Carlo V, il primo, credesi, che abbia posto quattro uomini per remo.

Nelle galere di Francia si applicavano sei uomini a ciascun remo, collocati dietro l'albero maestro, e cinque uomini a quello collocati al dinanzi. La galea detta reale avea un uomo di più a ciascun remo.

Disposizione dei remi negli antichi navigli a più ordini.

Dopo aver riferito quanto si trova di più interessante negli antichi autori sui navigli, esamineremo qual poteva esserne la disposizione, argomento di grandissime discussioni tra i dotti e gli autori moderni che scrissero sulla marineria degli antichi. Gli uni intesero a raccogliere quanto si trova negli scritti degli antichi autori; gli altri hanno approfittato dell'opera dei primi per tentare spiegazioni e congetture su le disposizioni degli ordini di remi, soprattutto nei famosi navigli di Demetrio, Jerone e de' Tolomei.

Come non ne è giunto alcun disegno ed alcuna figura di questi navigli straordinarii, difficilissimo a noi riescirebbe il farci un'idea esatta delle loro disposizioni, e di formar probabili congetture a questo riguardo, da quanto storici e letterati dicono, se non si fossero trovati avanzi di pitture, di bassirilievi e medaglie antiche che rappresentando l'esterno di qualche naviglio, somministrano dati preziosi sul modo con cui erano collocati gli ordini di remi gli uni sopra gli altri. (Tav. I, fig. 1, 2 e 4, e tav. V, fig. 1, 2, 3 e 4.).

Cotali rappresentazioni, quelle soprattutto dei bassirilievi che sono sopra una scala maggiore, è più adatta a dare una idea della forma dei navigli che non lo siano volumi e commentarii.

Pure egli è certo che in queste rappresentazioni le figure d'uomini sono in scala maggiore di quella dei navigli ove si trovano; ma è bene notare che tutti gli oggetti rappresentati nei bassirilievi antichi sono composti in modo da non poter essere distinti senza confusione a certa distanza. E però nella colonna Trajana, comechè i diversi oggetti che vi sono rappresentati sieno troppo grandi o troppo piccoli gli uni rispetto agli altri, preso ciascuno separatamente, sembra aver la proporzione che gli si conviene.

Le figure d'uomini e di cavalli sendo proporzionate in tutte le parti, si può credere lo stesso accadere dei navigli considerati da sé soli, relativamente alle parti di cui si compongono, come le poppe, le prode, così pure le divisioni d'altezza che segnano gli ordini dei remi, i cordoni, gli appoggi intorno alla tolda o coperta superiore. Quanto alla lunghezza di questi navigli, componendosi il corpo di mezzo di parti che si ripetono, bisognò contentarsi di indicare alcune di queste, non travolgendo la forma generale. Senza quest'accordo di convenzione, tali rappresentanze avrebbero prodotto brutto effetto sui contemporanei, che avevano sott'occhi gli originali, o potevano averne veduto di simiglianti: dal che deriva poter esse dare un'idea de' navigli antichi.

Per me opino che i navigli rappresentati nei bassirilievi della colonna Traiana sieno di quelli che i Romani indicavano sotto il nome di liburni, e che adottarono dopo la battaglia d'Azio. È essenziale il notare che in questi bassirilievi non avvi che un sol rematore a ciascun remo, e che il modo con cui lo tiene, con una mano sopra e l'altra sotto, prova come l'inclinazione dei remi pendesse più alla linea verticale che alla orizzontale.

Ciò che trasse in errore gli autori moderni ed i commentatori

che hanno scritto sui vascelli a più ordini di remi degli antichi, fu l'aver essi voluto paragonarli alle moderne galere, in cui si applicano più rematori ad uno stesso remo, il che esige una inclinazione più orizzontale che verticale.

I navigli degli antichi considerati rispetto alla loro forma, si distinguono in tre classi. Quelli della prima erano chiamati navigli rotondi, perchè avevano la carena convessa, e la lunghezza delle sponde in linea curva. Questi navigli servivano a commercio, e andavano piuttosto a vele che a remi. La seconda classe comprendeva i navigli lunghi, adoperati solo in tempo di guerra. Il loro fondo era piatto, la carena poco incurvata, e la lunghezza dei bordi in linea retta. Erano fatti più per remi che per vele.

I navigli della terza classe, d'una forma mista, e che teneva delle altre due, servivano particolarmente pel trasporto delle masserizie, degli uomini e dei cavalli. Ed appunto perciò facevan sempre coda alle armate di terra e di mare.

Siccome i navigli della prima e terza classe non presentano alcuna difficoltà sia in rapporto alle loro forme che si trovano rappresentate in molte pitture e bassirilievi antichi, sia in rapporto ai loro usi bastantemente indicati negli autori, così mio solo divisamento in questa memoria è di esaminare quelli della seconda classe, e soprattutto a più ordini di remi. La loro disposizione è un problema a cui nessuno finora diede plausibile soluzione.

Prima di manifestare i mezzi da me immaginati per risolvere questo problema, indicando una disposizione che prova la possibilità dei navigli a dieci, dodici, quindici, venti, trenta e quaranta ordini di remi, che i più esperti commentatori hanno considerati siccome impraticabili, voglio por in campo e discutere diversi sistemi immaginati dagli autori che scrissero su questo argomento.

Farò notare che la difficoltà consiste nel trovare in che modo poteva essere collocato sì gran numero di remi e di rematori che li movevano, e che per venirne a capo fa d'uopo rispondere ai seguenti quesiti:

Gli ordini di remi erano collocati gli uni sopra gli altri nel senso dell'altezza, o gli uni vicino agli altri nel senso della lunghezza?

I rematori erano divisi in varii piani? Ogni piano comprendeva più ordini di remi?

Quale poteva essere la distanza fra ciascun ordine di remi? Eravi

un sol rematore per remo, o il numero dei rematori era proporzionato alla lunghezza dei remi?

Il maggior numero dei dotti e commentatori che si occuparono di tali quesiti, pensano che gli ordini dei remi fossero sovrapposti gli uni agli altri. Citano a convalidare il loro asserto un gran numero di passi di antichi autori greci, che non possono essere spiegati che con questa disposizione, indipendentemente dalle pitture, dalle medaglie e dai bassi rilievi antichi che lo provano d'un modo evidente, che fa senza commentarii, e deve prevalere ai più sottili ragionamenti.

I primi navigli lunghi non furono da principio che specie di battelli scoperti, che avevano, verso proda e poppa, parti di intavolati ove si collocavano i soldati per combattere. I più piccoli avevano da ambe le parti dieci remi, i più grandi fino cinquanta. I Greci li distinguevano con nomi che indicavano il numero dei remi. Per cui quelli a dieci remi da ciascuna parte erano chiamati *deceiros*; quelli a venti, *eicoros*; quelli a trenta, *triakontoros*; quelli a quaranta, *tessarakontoros*.

Fra i navigli a più ordini di remi, quelli di cui facevano maggior uso gli antichi erano le triere o triremi; spesso con questa sola parola indicavano un naviglio di guerra, qualunque fosse la sua grandezza. Quest'uso frequente delle triremi porse occasione di perfezionarle tanto, che dopo Animocle, loro l'inventore, soggiacquero a molti cambiamenti ed a diverse combinazioni. Non erano da principio che una specie di grandi battelli, chiamati dai Greci *afraftos*, che non avevano ponti che alla poppa ed alla proda, ed in cui tutti i rematori erano scoperti.

Plinio ci narra come furono i Tasi che pei primi le facessero ricoprir con un ponte in tutta la loro lunghezza, per porre al riparo i rematori e per poter combattere al disopra a piè fermo. Gli Ateniesi adottarono questi navigli, perfezionandoli altresì dopo la battaglia di Salamina. Forse a quest'epoca si distinsero con nomi diversi gli ordini dei rematori che li facevano progredire. Quelli al basso furono detti *talamiti*, perchè seduti su panche o sedie bassissime chiamate *thalamos*; quelli del mezzo, posti su banchi più alti detti *ziga*, furono chiamati *zigiti*; quelli finalmente collocati sulla tolda, od al piano più elevato, furono indicati col nome di *traniti* (Tavola VII, fig. 9). È probabile che costoro fossero rematori e soldati insieme, la qual conghietture è fondata su ciò che in molte medaglie, bassiri-

lievi e pitture antiche, si vedono questi *traniti*, al di sopra del bordo del naviglio, ed in altre si scorgono i loro scudi attaccati all'appoggio praticato sui fianchi (Tav. V, fig. 3); e però è a credersi che quando due navigli nemici stavano l'un l'altro vicini, i traniti lasciassero i remi per prendere le armi. Questa spiegazione ebbe qui luogo per far giudicare del valore d'un passo citato da coloro i quali pretendono che gli ordini dei rematori fossero disposti lunghesso il naviglio. Questo passo è del secondo scoliaste d'Aristofane, che sembrerebbe appartenere ai bassi secoli. Questo commentatore o grammatico dice, parlando dei tre ordini di rematori, che i traniti erano collocati verso poppa, i talamiti verso proda, e gli zigiti nel mezzo. Ma questa spiegazione si trova confutata da un primo scoliaste dello stesso autore, che si accorda a dire con tutti gli antichi lessicografi, che nelle triere i rematori posti nella parte più bassa del naviglio erano chiamati talamiti, quelli in alto traniti, e quelli del mezzo zigiti. Pare dunque che il secondo scoliaste non avesse idea alcuna delle triere, nè delle rappresentazioni che se ne hanno nelle medaglie e nei monumenti antichi, poichè non si trovano in alcun altro scritto, nè in alcuna rappresentazione rematori a poppa ed a proda.

I partigiani di questo sistema si fondano sulla difficoltà, o piuttosto sull'impossibilità, di collocare, come nel naviglio di Tolomeo Filopatore, quaranta ordini di remi, ed anche quindici o sedici al di sopra gli uni agli altri, come in quelli di Demetrio Poliorcete, ma tale difficoltà non è fondata che sulla maniera con cui s'immaginano venissero collocati. Si conviene con quelli che supponendo 3 cubiti fra ciascun ordine di remi posti gli uni sopra gli altri, e due per l'altezza del primo ordine al disopra dell'acqua, il punto d'appoggio del quarto ordine di remi del naviglio di Tolomeo Filopatore sarebbe stato alto un 119 cubiti, misurati verticalmente, e che supponendo i remi inclinati di 45 gradi, la loro parte esterna sarebbe stata di 168 cubiti, non compreso il manico, nè la parte che pescava nell'acqua, ciò che avrebbe portato la lor lunghezza a più di 180. È evidente che in questa supposizione un naviglio di quaranta ordini di remi, ed anche quelli di quindici e di venti ordini sarebbero impossibili. Ma l'autore che dà la descrizione del naviglio a quaranta ordini di remi di Tolomeo Filopatore dice che i più lunghi remi dei *traniti* non avevano che 38 cubiti, il che prova una disposizione diversa dalla accennata; poichè supponendo un

cubito fra ciascun ordine di remi, era impossibile di collocarne quaranta; ma questa impossibilità non può essere che relativa, e non toglie affatto alle altre disposizioni che potrebbero accordarsi coi remi di 38 cubiti di lunghezza, combinati in altro modo.

Quelli che fondano il loro sistema sul passo del secondo scoliaste di Aristofane, dividono la lunghezza del naviglio in tre parti. Pongono in ciascuna divisione un numero di remi eguale a quello espresso dal nome del naviglio. Così, per un naviglio a due ordini di remi, essi non suppongono che due remi alla poppa, due alla prora, e due nel mezzo, in tutto dodici remi per le due parti, cioè molto meno che nei navigli a un sol ordine di remi, che ne avevano invece da venti fino a cinquanta.

Per le triremi non suppongono che tre ordini alla poppa, tre alla prora e tre nel mezzo, diciotto remi per ambe le parti, mentre, secondo gli antichi autori, ne avevano dai centoventi ai ceucinquanta.

Con questo sistema, i *penterì*, o navigli a cinque ordini di remi, che secondo Polibio avevano trecento rematori, non ne avrebbero avuto che trenta. E finalmente il naviglio di Tolomeo Filopatore, a quaranta ordini di remi, non avrebbe avuto che dugento quaranta rematori in vece di più di quattromila, come testimoniano Ateneo e Plutarco. Questo sistema, sostenuto da Baif, Steffeno e parecchi altri, fu modificato da Deslandes, che pone dieci rematori in vece di tre da ciascuna parte delle triremi, divise in tre porzioni, nel senso delle loro lunghezze. Suppone ciascuna di queste divisioni alta circa 3 o 4 cubiti le une sopra le altre. Quanto ai navigli a più di tre ordini di remi, presume che si potessero separare ciascuna di queste divisioni in due, tre o quattro parti, disposte a mo' di gradini; ma il signor Deslandes non pose mente che questa supposizione non prova nulla affatto sul numero dei remi dei navigli a un sol ordine, e che si ha lo svantaggio d'aver dei remi inutilmente più lunghi gli uni degli altri, e questa quantità di gradini che avrebbe formato il punto superiore nella lunghezza del bastimento, ne avrebbe reso la comunicazione e la manovra più difficile, più lunga e qualche volta pericolosa, e non avrebbe altresì avuto la stabilità necessaria per sostenersi sull'acqua. Fu per ovviare a tutti questi inconvenienti che il signor Joly di Maizeroy, che ha pure adottato questo sistema (1), lo combina con quello dei piani posti

(1) Istituzioni militari dell'imperatore Leone, tom. II, pag. 11.

gli uni sopra gli altri. Così per formare una trirème, (Tav. VI, fig. 3) divide la lunghezza del naviglio in due parti, di cui quella a poppa è più alta di quella a proda. Nella prima, non pone che un sol ordine di rematori, e nell'altra due. Per una quadrième (fig. 4) colloca due ordini verso la poppa e due verso la proda, che non sono distinti da altro, se non che dalla maggiore altezza di quelli di poppa; ma è facile il vedere che questi pretesi quattro ordini non equivalgono che a due, che si protendono per tutta la lunghezza, e che essi presentano, come già abbiamo osservato, lo svantaggio d'aver inutilmente dei remi più lunghi gli uni degli altri, ed anche di non potersi sostenere sull'acqua.

Forma una quinquerème (fig. 5) mettendo tre ordini alla poppa e due a proda.

Per l'essere o sestirème (fig. 6) colloca tre ordini a poppa e tre alla proda, che non differiscono se non perchè ciascun ordine della poppa è di circa due cubiti più alto di quelli della proda.

Per la settirème (fig. 6) divide la lunghezza del naviglio in tre parti; in quella vicino alla poppa colloca due ordini di remi; nel mezzo ne colloca tre, ed alla proda due. Gli ordini verso la poppa sono più elevati, e quelli della proda più bassi, di maniera che l'ordine inferiore di questa parte è allo stesso livello dell'ordine inferiore della parte di mezzo. È facile vedere che in questo modo la quinquerème non forma realmente che due ordini e mezzo, la sestirème tre, e la pretesa settirème due e un terzo. Per comporre un più gran numero di ordini, il signor de Maizeroy propone, come il signor Deslandes, di suddividere ciascuna parte in due o tre ordini disposti in gradini; ma allora cade negli stessi inconvenienti da lui notati al Deslandes.

Scheffer (1) e Palmerio hanno proposto un altro sistema nel quale combinano l'altezza colla lunghezza. Questo sistema posa sulla rappresentazione dei liburni a due o tre ordini di remi, che vedesi in parecchi bassi rilievi antichi, e principalmente sulla colonna Trajana, nella quale si nota che i remi sono posti a salti, cioè quelli di ciascun ordine corrispondono al mezzo dell'intervallo fra gli ordini inferiori e superiori. Questa disposizione apparente ha fatto

(1) Scheffer pubblicò le sua opera sui navigli antichi nel 1654
 Palmerio, nel 1663
 Vossio nel 1675
 e Fabretti nel 1683

loro immaginare che i rematori fossero collocati su gradini in forma di scale poste le une dinanzi alle altre pel lungo; contano gli ordini dei remi dal numero dei rematori seduti su ciascuna di queste scale separate. Ogni gradino doveva esser largo abbastanza perchè potesse sedervi il rematore, e porvi i piedi colui che stava seduto sul gradino superiore, come vedesi dalla fig. 1, della Tav. VII. Palmerio dà un piede $\frac{1}{4}$ di altezza a ciascun gradino sur un piede $\frac{1}{4}$ di larghezza; sposta questa specie di scale in modo che si trovino cinque altezze di gradini o 6 piedi ed $\frac{1}{4}$ fra i rematori collocati immediatamente gli uni sopra gli altri, e cinque larghezze di gradini, od 8 piedi e $\frac{3}{4}$ fra i rematori collocati alla stessa altezza.

Stando a questa disposizione, non abbisognerebbero, per un naviglio a nove ordini di remi che 11 piedi $\frac{1}{2}$ d'altezza perpendicolare, a cui aggiunti 2 piedi $\frac{3}{4}$ per l'elevazione del punto d'appoggio dei remi dal sotto in su dell'acqua, si trovano, per l'altezza perpendicolare dell'appoggio dei remi dell'ordine più alto, 14 piedi. Se si suppongono i remi inclinati di 45 gradi, la parte compresa dal punto d'appoggio fino all'acqua, avrebbe 19 piedi $\frac{1}{2}$ di lunghezza, a cui bisogna aggiugnere almeno 2 piedi e $\frac{1}{8}$, per la parte immersa nell'acqua, il che dà, per la parte esterna del remo, 22 piedi senza il manico, e siccome non potrebbe questo esser meno di 7 piedi, si avrebbero 29 piedi per la lunghezza intiera del nono ordine di remi, che è quasi la lunghezza di quelli delle galere ordinarie, supposto che il piede di cui si tratta sia il piede del Reno (cosa probabile perchè l'opera è stata stampata a Leida, dimora dell'autore). Fabretti, che adottò quest'opinione, pensò a buon dritto che la larghezza dei gradini non fosse grande abbastanza perchè un rematore potesse sedersi davanti a colui che stava sul gradino superiore; opina dovesse avere almeno 2 piedi e 8 pollici, conservando la stessa altezza del gradino.

Applicando il suo sistema al naviglio di sedici ordini di remi di Demetrio Poliorcete, si trova che i più alti sarebbero 26 piedi $\frac{1}{4}$ sopra acqua, ed avrebbero 50 piedi di lunghezza, compreso il manico, al quale non dà che 8 piedi $\frac{1}{2}$, cioè circa il sesto della lunghezza del remo. Ma adottando questa disposizione, è evidente che sarebbe d'uopo dare maggior altezza e larghezza ai gradini, onde i rematori potessero manovrar liberamente e sviluppar tutta la loro forza. La media altezza dei gradini dovrebbe essere di 17 pollici $\frac{1}{2}$, o d'un cubito greco, e la loro larghezza d'un braccio e mezzo;

quanto all'intervallo fra gli ordini, non dovrebbe esser minore di quattro cubiti. Di più, bisognerebbe, come benissimo ha osservato Vossio, che questo spazio fosse maggiore per gli ordini superiori che peggli inferiori, per poter manovrare i remi dell'alto, il manico dei quali dovrebbe aumentare in ragione della loro lunghezza. D'altra parte i disegni che danno questi autori non bastano a far conoscere la disposizione che si proposero, la quale non potrebbe aver luogo se non sur una linea retta. Basta il disegno a mostrarne tutti gli inconvenienti, che consistono nell'insufficienza di un sol uomo pei remi degli ordini superiori, e l'impossibilità di impiegarne molti.

Quelli che per risolvere la questione hanno immaginato che gli ordini dei rematori fossero nel senso della larghezza, suppongono che i nomi coi quali distinguonsi le diverse specie di navigli dei Greci e dei Romani dovessero essere applicati ai rematori, non ai remi.

Così, a loro avviso, la parola *trireme* indicava una galea, di cui ciascun remo era mosso da tre uomini; *quadriremi* quelle che avevano quattro uomini per remo; *penterì*, o *quinqueremi* quelle che ne avevano cinque, e così via, via, fino al quarantesimo ordine. Ma la difficoltà di questo sistema sta nel collocare quindici, diciotto, venti, e soprattutto quaranta rematori allo stesso remo (Tav. VIII, fig. 3). Il manico sarebbe divenuto sì lungo, che quelli posti all'estremità, per quanto grandi fossero stati, non avrebbero potuto seguirne il movimento; e se si suppone che questo movimento non fosse maggiore di quello di cui è capace un uomo ritto, non sarebbe bastato a far uscire questi remi fuor d'acqua, non attribuendo alla parte esterna dei remi che una lunghezza eguale al manico. Per collocarvi quaranta rematori, come al naviglio di Tolomeo Filopatore, sarebbe stato necessario che avesse avuto 40 cubiti di lunghezza, supponendo i rematori collocati immediatamente dietro il punto d'appoggio, ed allora è chiaro che i dieci più vicini non avrebbero prodotto alcun effetto, e non vi sarebbero stati che per far numero. Per la qual cosa nelle galere moderne la parte occupata dai rematori non è che circa due terzi del manico. Ma ammettendo che il manico fosse intieramente guernito, la lunghezza di tutto il remo sarebbe stata almeno di 80 cubiti, mentre gli antichi autori non ne danno al più lungo che 38. Di più, questa disposizione avrebbe voluto una larghezza maggiore di 80 cubiti, non comprendendovi l'intervallo o corsia che dovea praticarsi per tutta la lunghezza, fra i due ordini di remi, e quand'anche si giugnasse a togliere tale difficoltà, come collocare in questo navi-

glio, pochissimo alto sull'acque, i dodici ordini di palchi di cui parla Ateneo?

Pretende Deslandes, non so poi con quale autorità, che questo bastimento non fosse che un edificio sopra pali, costruito in forma di naviglio. Ma non bada che Ateneo dice essere abbisognato, quando Tolomeo Filopatore ne volle fare una prova, quattromila rematori per farlo andare: dunque era mobile. Quello a venti ordini di remi di Jerone, costruito sotto la direzione d' Archimede, che venne di Sicilia ad Alessandria, non era certo un edificio sopra pali.

Supponendo, stando a questo sistema, che si trattasse di rematori applicati ad un sol ordine di remi, sarebbe stato necessario, giusta le osservazioni fatte, che i manichi avessero avuto almeno ventiquattro cubiti di lunghezza, ed i remi interi 48, cioè che eccedessero di 10 cubiti quelli dei *traniti* del naviglio di Tolomeo Filopatore. Seguendo la stessa ipotesi, i navigli a sedici ordini di remi di Demetrio Poliorcete avrebbero voluto una larghezza di più di 48 cubiti, cioè di più di 80 piedi, e 480 piedi di lunghezza, non dandole che sei volte la sua larghezza. E però sarebbe stato maggiore di quello di quaranta ordini di remi di Tolomeo Filopatore, secondo Plutarco e Calliseuco: supposto assurdo e contraddetto da tutti gli autori.

Quasi tutti i commentatori ed i dotti i quali esaminarono una tale quistione, riconobbero come questo sistema presentasse, rispetto alla larghezza dei navigli, le stesse difficoltà e gli stessi inconvenienti di quello degli ordini di rematori collocati gli uni al disopra degli altri. E però solo Tomaso Rivio, Eurico Saviglio e l' padre Dechalles l'hanno sostenuto a rigore. Gli altri che l'hanno adottato, lo combinano con quello degli ordini collocati gli uni al di sopra degli altri.

Il sistema di Meibonio è una combinazione dei diversi modi di disporre i rematori, secondo la lunghezza, la larghezza e l'altezza. Cerrò, con quanta potè maggiore approssimazione, risolvere la quistione dei grandi navigli a parecchi ordini di remi. Adotta gli ordini obliqui di Palucrio, e riduce quindi l'intervallo tra i rematori collocati ad una medesima altezza a metà, perchè osserva che ammettendo questo intervallo di 8 piedi $\frac{2}{3}$, darebbe poi quinquere-mi, di cui parla Polibio, che aveano trenta remi a ciascun ordine, 252 piedi, non comprese la poppa e la proda. Nessun dubbio che questa lunghezza straordinaria distrugga ogni probabilità della disposizione proposta da Palmerio, e adottata da Fabretti, che assegna ancora maggior intervallo ai remi d'uno stesso ordine.

La disposizione di Meibonio, che riduce questa distanza a 4 piedi e mezzo, non può avere altri motivi che di diminuire la soverchia lunghezza risultante da quelle di Palmerio e di Fabretti. Riduce pure l'intervallo tra i remi, che formano gli ordini obliqui ad $\frac{5}{6}$ di piede, invece d'un piede $\frac{2}{3}$, voluti dalla disposizione di Palmerio, cioè a meno della metà. Opera questa considerevole riduzione, che par render possibili i maggiori navigli di cui si tratta negli antichi autori, collocando internamente doppi ordini di remiganti, di cui gli uni sono seduti sopra sgabelli attaccati ai bordi, e gli altri su banchi isolati, parallelamente disposti ai bordi, come vedesi rappresentato dalla fig. 4 della tavola VII.

Ne resta ora ad esaminare se questa disposizione è compatibile colle figure ch'ei ne dà, e le quali si riducono ad indicazioni ideali e sproporzionate. La quale apparente possibilità fa dire all'autore d'essere giunto a capo di sciogliere completamente un gran problema, di cui s'erano occupati per più di due secoli migliaia di dotti. E per far meglio spiccare il suo sistema, lo paragona a quello degli ordini dei remiganti collocati nei piani gli uni agli altri sovrapposti, adottato da Gioseffo Scaligero, che suppone 3 cubiti o 4 piedi e mezzo di altezza. E però dice Meibonio, nell'ottero di Memnone (tav. I, fig. 6), l'altezza dalla sommità della testa dei remiganti del più alto ordine sino al palco sul quale i remiganti dell'ordine più basso posano i piedi, che, giusta il sistema di Scaligero, dovea avere 36 piedi, si trova ridotta col metodo mio ad 11 piedi, cioè a meno del terzo.

Nel sestireme invece di 27 piedi, non ne ho che 9, e nei penteri, o navigli a cinque ordini di remi, invece di 22 piedi e mezzo, non mi occorrono che 7 piedi e mezzo. Qual sarebbe adunque la maraviglia di Scaligero se, tornato al mondo, leggesse il modo da me tenuto per la spiegazione di due cose, che dichiara aver sempre ammirate senza aver mai potuto comprenderle; la prima come un sol uomo potesse far manovrare i remi superiori del naviglio di Memnone, e la seconda, come sarebbe stato possibile trovare alberi tanto grandi pei remi superiori dei navigli, dai quindici sino ai quaranta e cinquanta ordini di remi, di cui parlano gli antichi autori, e qual dovess'essere la prodigiosa grandezza di questi navigli.

Ecco finalmente, prosegue Meibonio, dopo tanti secoli manifestato da me un congegno che, a detta di tutti i dotti, era perduto e dimenticato.

Questo metodo tanto vantato è rappresentato dalle fig. 4, 5, 6

e 7 della tav. VII, fatte su quelle che dà egli stesso e le dimensioni da lui prescritte. La fig. 4 è uno spaccato che indica il modo col quale i due ordini di rematori erano collocati, lungo i bordi del naviglio sui banchi che vi sono attaccati; P, Q e C, B indicano lo spaccato dei banchi sui quali sono seduti i traniti, o rematori superiori. La larghezza di questi banchi è d'un piede e $\frac{1}{2}$; le linee C, D e Q, P (fig. V) indicano il dosso dei remiganti seduti al di sopra, ed E, E le tavole sulle quali posano i piedi; l'altezza C, D, di tre piedi, è quella compresa tra la parte superiore dei banchi e della testa dei remiganti. L'altezza dei banchi P, E e C, E, al disopra dei tavolati E, E sui quali posano i piedi, è d'un piede e mezzo, sicchè l'intera altezza occupata dai remiganti seduti è di 4 piedi e mezzo, o 3 cubiti greci, che equivalgono a 4 piedi, 4 pollici $\frac{1}{2}$ di Parigi. L'intervallo tra le linee C, D e P, Q che rappresentano il dosso dei traniti, è pure di 4 piedi e mezzo greci, o di 4 piedi, 4 pollici $\frac{1}{2}$ di Parigi. La distanza P, N tra le linee Q, P ed N, M, che indicano il dosso del remigante superiore, e quello dell'inferiore è di 2 piedi e mezzo. La tavola E, sulla quale il remigante superiore posa i piedi, è lontana un mezzo piede della linea N, M, che rappresenta il dosso del remigante inferiore tra le linee N, M e D, C. Rimane uno spazio di 2 piedi greci, o 22 pollici, 11 linee, nel quale pareagli si potesse ben collocare un remigante il cui dosso è espresso dalla linea G, H, lontana di 11 pollici, 5 linee e mezzo da C, D; ma resta a sapersi come questo remigante, costretto fra gli altri, avrebbe potuto agire.

Pare, dallo spaccato, fig. 4 che i remiganti fossero stati disposti a file isolate le une dalle altre, sicchè quelli d'una stessa fila sarebbero a sufficiente distanza; bisogna però notare che per questa disposizione il manico dei remi di quelli che sono collocati lungo i bordi, ove non si può mettere che un sol rematore, sendo lo stesso per tutte le file, mentre la parte esterna dei remi aumenta in ragione dell'altezza del punto d'appoggio al disopra dell'acqua, sarebbe impossibile ad un sol uomo di manovrare i remi dal quarto ordine, ed a più forte ragione quelli degli ordini superiori. Bisogna ancora notare che per tale assurda combinazione il manico dei remi delle altre file di rematori seduti sur isolati sgabelli, sarebbe tanto più grande quanto la parte esterna sarebbe più corta, sicchè riuscirebbe impossibile ai rematori della quarta fila far uscire dall'acqua l'estremità dei loro remi, perchè essendo seduti, il movimento in altezza dell'estremo del manico non può essere più di 2 piedi e mezzo, e siccome il movi-

mento delle estremità d'un remo è in ragione della loro distanza al punto d'appoggio, così la distanza dell'estremo del manico dei remi di questa quarta fila al punto di appoggio, sendo quattro volte maggiore di quella di questo punto all'estremo esterno dei remi, non potrebbe innalzarsi che del quarto di ciò che può innalzarsi l'estremo del manico ove si trova collocato il rematore, cioè di 7 pollici e mezzo: donde risulta che questa disposizione si vantata è assolutamente contraria a quanto il buon senso indica che dovrebb'essere.

Isacco Vossio pensa che il naviglio di Tolomeo Filopatore, il maggiore di tutti quelli costrutti dagli antichi, non avesse che sette ordini di remi, e la parola greca *tessarakontois*, colla quale è indicato, accenna al numero delle file dei rematori (Tav. VIII, fig. 1).

Per formare il numero di quaranta con sette ordini di remi suppone che il primo ordine, cominciando dal basso, non avesse che un sol remigante per remo, che al secondo ne fossero due, quattro al terzo, sei al quarto, otto al quinto, nove al sesto e dieci al settimo ordine, il che forma in tutto quaranta ordini di rematori.

Vossio adotta il sistema di Palmerio per la disposizione degli ordini di remi, ma dà all'altezza dei banchi un piede e mezzo invece d'un piede e $\frac{1}{4}$, e due piedi e $\frac{1}{4}$ di larghezza (Tav. VII, fig. 8), sicchè i rematori più alti non sono che a 9 piedi e mezzo al disopra dell'acqua, e la distanza della parte superiore dei gradini collocati immediatamente gli uni al disopra degli altri è di 7 piedi. Per agevolare ai remiganti applicati allo stesso remo il modo di operare più comodamente, dà ad ogni posto di rematore, partendo dal punto di appoggio del remo, un'altezza maggiore della precedente d'un pollice e mezzo. Questo accrescimento d'altezza ha il vantaggio di procurare un maggiore spazio tra i rematori collocati gli uni su gli altri, e d'accrescerlo in ragione della lunghezza del manico dei remi, il che par più conveniente del sistema di Meibonio. Del resto è uno di coloro che han meglio ragionato su tale proposito; ma l'applicazione che Vossio vuol fare del suo metodo al naviglio di Tolomeo Filopatore prova non esser quello che era stato posto in uso per la costruzione di tale naviglio; perchè come trovare in 9 piedi i dodici ordini di banchi e i 48 cubiti di altezza che questo naviglio avea, a detta di Callisseno, e quella di 30 cubiti pei governali? D'altra parte un naviglio di 9 piedi o 6 cubiti d'altezza del bordo, al disopra del livello dell'acqua, non sarebbe stata poi gran maraviglia da citare.

Egli è certo che una delle principali condizioni ad adempiere, per spiegare la costruzione di questo naviglio, è di conservargli le dimensioni indicate da Calliseno, come la lunghezza dei remi del più alto ordine, che era di 38 cubiti. Supponendo come Vossio che si trattasse di cubiti greci, che potevano essere calcolati 17 pollici e mezzo, la loro lunghezza intera sarebbe stata 55 piedi 5 pollici, o 17 metri 67 centimetri, compreso il manico. Questa parte poteva essere il quarto della lunghezza del remo, o di 9 cubiti e mezzo, corrispondenti a 13 piedi 10 pollici $\frac{1}{2}$, o 4 metri e 42 centimetri $\frac{1}{2}$. Il che dà per la parte esterna 28 cubiti e mezzo, corrispondenti a 41 piedi, 6 pollici $\frac{1}{2}$, 9 linee, o 13 metri $\frac{1}{4}$, dal loro punto d'appoggio. L'altezza di questo punto dipende dalla inclinazione media del remo, e questa inclinazione dal modo col quale i rematori erano applicati ai remi; perchè egli è certo che supponendo un solo remigante a ciascuno, avuto riguardo alle masse di piombo attaccate al loro manico per metterli in equilibrio sul punto d'appoggio, non avevano bisogno di formare un angolo tanto piccolo colla linea orizzontale, come supponendosi parecchi rematori ad ogni remo, e che ciascun angolo dovrà essere tanto più piccolo quanto il numero dei remiganti è più considerevole, e il manico sarà più lungo, per la ragione che il moto dell'estremità del manico dev'essere sempre lo stesso, cioè quello di cui è capace un uomo seduto od in piedi.

Fu sperimentato che per un uom seduto il movimento in altezza non sarebbe più di 2 piedi e mezzo, e per un uomo ritto, di 3 piedi e mezzo: d'onde deriva che l'altezza media del manico del remo, nel primo caso, può essere di due cubiti al disopra del suolo sul quale il rematore seduto posa i piedi, e di tre quando il rematore è ritto.

Nelle moderne galce, ove si pongono cinque o sei rematori ad ogni remo, l'altezza dell'estremità del manico nel suo stato medio è alto un quarto della sua lunghezza sino al punto d'appoggio, il che dà un egual rapporto per la parte esterna: d'onde risulta che l'altezza di questo punto d'appoggio al disopra dell'acqua deve pur essere eguale al quarto della lunghezza di questa parte dei remi. E però la parte dei remi di cui si tratta nel naviglio di Filopatore, sendo di 28 cubiti e mezzo, l'altezza del punto d'appoggio dovrebbe essere di 7 cubiti $\frac{1}{2}$, invece di sei datigli da Vossio. Ma tale inclinazione che forma con l'orizzontale un angolo di 14 gradi e mezzo, non produce sì piccolo angolo se non perchè i banchi sui quali i rematori sono seduti, sono pressochè a livello. È certo che se questi banchi fossero a gradini, i remi formerebbero con l'orizzontale un angolo molto maggiore.

Son d'avviso col Fabretti che l'inclinazione di 45 gradi sia la più opportuna, e probabilmente quella a cui gli antichi si attenero, o vogliasi credere non ponessero che un remigante per remo, o ne ponessero parecchi.

Tale inclinazione è molto più vantaggiosa di quella usata per le moderne galere, imperocchè esige remi molto meno lunghi e meno pesanti che produrrebbero lo stesso effetto. La qual disposizione darebbe per l'altezza del punto d'appoggio dei più alti remi del naviglio di Tolomeo Filopatore, 20 cubiti o 30 piedi, anzicchè 9 assegnati da Vossio.

Adottando la division di Palmerio si troverebbero in quest'altezza ventiquattro ordini di remi, e venti adottando quella di Vossio: ma siccome ve ne avea quaranta, sarebbe stato necessario che i punti d'appoggio dei remi collocati gli uni sopra gli altri non fossero che a 9 pollici di distanza o circa mezzo cubito, il che non sarebbe praticabile, a meno di collocare le scale a gradini, come nel sistema di Palmerio a 12 cubiti di distanza gli uni dagli altri, misurati orizzontalmente, sì che non si potrebbero trovare che sedici di tali scale nella lunghezza del naviglio di Filopatore, cioè in 200 cubiti di lunghezza, senza comprendervi poppa e proda: il che non darebbe per ogni lato che seicento quaranta rematori e per tuttadue mille dugento ottanta; mentre dovea esservene più di quattro mila, stando almeno a quanto ne lasciarono scritto Plutarco ed Ateneo.

La fig. 3, tav. I indica il sistema di Vegezio, che sembra il meglio inteso pel caso in cui si volessero mettere parecchi rematori ad ogni remo, dando ai remi una inclinazione di 45 gradi.

Sistema di Davide Leroy.

Nelle memorie che Davide Leroy ha pubblicate sulla Marineria degli antichi, adottò in parte il sistema di Vossio, che si studia dimostrare con tutte le buone ragioni che gli riesce addurre indipendentemente dai passi che cita degli autori antichi. Pensa al pari di Vossio che i nomi coi quali i Greci indicavano i loro navigli di guerra non significassero ordini di remi, ma file di remiganti, e che i maggiori navigli degli antichi non avessero più di cinque ordini di remi (tav. VIII, fig. 2): al qual numero riduce i quaranta remi del famoso naviglio di Tolomeo Filopatore. A Leroy però è forza convenire che da Aminocle, inventore dei primi triremi, sino alla fine della guerra del Peloponneso, il numero delle file dei rematori era lo stesso di quello degli ordini di remi. Ma procura persuadere che dopo una tal epoca i navigli, sendo divenuti molto più grandi, bisognò immaginare un nuovo sistema per la disposizione dei remi.

ganti. Il qual sistema, a detta di Leroy, consisteva nel porre parecchie file di rematori sur uno stesso ordine di remi (Tav. VIII, fig. 2, 3 e 4).

Per tal nuova combinazione il numero dei remiganti cresceva in ragione della lunghezza dei remi, e però i nuovi triremi non avrebbero avuto che due ordini di remi e tre file di remiganti, cioè uno sull'ordine inferiore, e due sul superiore. I penteri sarebbero stati composti di due o tre ordini di remi. Quelli a due ordini avrebbero avuto due file di remiganti sull'inferiore e tre sul superiore. Quelli a tre avrebbero avuto una fila di rematori sul primo partendo dal basso, due sul secondo e due sul terzo.

A formar l'essere si sarebbero poste tre file di remiganti sul terzo ordine di remi. Il naviglio detto decero avrebbe avuto quattro ordini di remi ai quali sarebbero state applicate dieci file di rematori, cioè uno al primo ordine, due al secondo, tre al terzo e quattro al quarto.

Secondo questa progressione, il naviglio di Demetrio Poliorcete dovrebbe aver cinque ordini di remi e sedici file di remiganti, e quello di Tolomeo Filopatore non ne avrebbe avuto più di sette; ma siccome opinione di Leroy era che i maggiori navigli degli antichi non avessero avuto mai più di cinque ordini di remi, propose un'altra progressione (Tav. VIII, fig. 2), che contiene quaranta file di remiganti in cinque ordini di remi, cioè quattro al primo, sei al secondo, otto al terzo, dieci al quarto e dodici al quinto. Leroy conserva ai remi del quinto ordine la lunghezza di 38 cubiti che dà loro Callisseno in Ateneo; calcola questi 38 cubiti a 64 piedi e 4 pollici, dei quali prende 17 piedi per la lunghezza del manico, sul quale colloca dodici remiganti (1). Questi remi sono disposti di modo che, immersi nell'acqua, l'estremità del manico è più alta di 8 piedi che non il punto d'appoggio, il quale separa la parte interna del remo dalla esterna. Ma quando sono nel loro stato medio, l'altezza del capo del manico non è che di 6 piedi $\frac{1}{4}$, il che dà per l'inclinazione media coll'orizzonte che passa pel punto d'appoggio un angolo di 21 gradi e 34 minuti. Questo angolo è maggiore di quello dato dall'inclinazione dei remi di Vossio, quindi meno comodo pei remiganti collocati sur un palco, al quale Leroy non dà che un piede di pancia per innalzare quelli che sono più lontani dal punto d'appoggio (fig. 3) (2).

(1) La qual disposizione dava per l'inclinazione del remo al disotto della linea orizzontale un angolo di 7 gradi 11 minuti, e di 82 gradi 49 minuti con la verticale che passa pel punto d'appoggio.

(2) Le figure 5, 6, 7 della tavola VIII indicano il modo con cui Leroy colloca i rematori nell'interno dei navigli.

Perchè i remiganti applicati ad uno stesso remo operino nel modo più comodo e vantaggioso, bisogna non solo che siano collocati sopra scanni alti gli uni più degli altri in forma di gradini come propone Vossio (Tav. VIII, fig. 1), ma bisogna di più che questi gradini sieno compresi sotto una linea parallela all'inclinazione media dei remi, perchè ogni rematore possa tenerlo alla stessa altezza, e innalzarlo o abbassarlo d'una quantità proporzionale al loro allontanamento dal punto d'appoggio, con la stessa facilità e la stessa forza, come vedesi nella tav. I, fig. 7. Ma se i rematori sono collocati su banchi o tavole di livello, ciascuno tenendo un remo ad un'altezza differente di essi, nessuno opera con la forza conveniente.

Da quanto si è detto ho trovato esser possibile, combinando il sistema di Vossio con quello di Leroy, di risolvere la questione di quaranta file di remiganti: ma in che modo accordare i 20 piedi o 12 cubiti di altezza che Leroy dà al suo naviglio coi 53 cubiti che Callisseno dà al naviglio di Tolomeo Filopatore, dal disopra dell'ornamento di poppa sino al mare e con tutte le altre dimensioni date da Callisseno, al pari che coi dodici ordini di tavolati che separavano gli ordini dei remi, conservando al pari di questi autori la massima lunghezza dei remi a 38 cubiti?

Ho pensato che il miglior modo d'uniformarsi alla descrizione di Callisseno fosse di dare ai remi una inclinazione di 45 gradi nel loro stato medio, cioè, quando la loro estremità inferiore è a pelo d'acqua, e di dare al manico dei remi il quarto della loro lunghezza, cioè 9 cubiti e mezzo, partendo dal punto d'appoggio: il di più formante la parte esterna, sarebbe di 28 cubiti e mezzo; l'altezza perpendicolare dal punto d'appoggio al di sopra dell'acqua sarebbe di 20 cubiti e mezzo (tav. I, fig. 7). Invece di fare i lati del vascello curvi od a piombo, li dispongo sur una linea inclinata di 45 gradi in senso contrario dei remi, sicchè formino insieme un angolo retto, e questi lati protratti fino all'acqua sono eguali alla lunghezza della parte esterna dei più lunghi remi.

L'appoggio dei remi più bassi è alto di 3 cubiti e $\frac{4}{5}$ al disopra dell'acqua ed ha 5 cubiti $\frac{4}{5}$ di distanza dal punto d'appoggio lungo l'inclinazione del bordo. Con questa disposizione rimangono 23 cubiti $\frac{2}{5}$ pel posto dei remi, che sendo divisi in 11 parti per avere 12 ordini di remi, danno per l'intervallo tra ogni ordine 2 cubiti $\frac{1}{11}$, misurati secondo l'inclinazione, e 4 cubiti $\frac{4}{11}$ collocandoli a scacchi, il che dà 3 cubiti nel senso verticale. Questo intervallo è abbastanza grande

perchè un numero qualunque di rematori seduti abbiano potuto far operare i remi.

Per tale disposizione vedesi che la parte esterna dei più lunghi remi è di 28 cubiti e mezzo, e il manico di 9 cubiti e mezzo, che ne è il terzo: il che dà la grandezza totale di questi remi di 38 cubiti: la parte esterna del primo ordine al disopra dell'acqua sendo di 5 cubiti $\frac{1}{2}$, se vi si aggiunge $\frac{1}{2}$ pel manico, si ha per lunghezza totale del remo 6 cubiti $\frac{1}{2}$: gli altri remi hanno lunghezze proporzionali indicate dalla tabella che segue, espresse in cubiti, in piedi reali ed in metri, col numero dei remiganti applicati ad ogni remo.

Ordine di remi	Numero dei rematori	DIMENSIONI IN CUBITI			IDEM IN PIEDI REALI			IDEM IN METRI		
		Remi interi	Parte esterna	Manico	Remi interi	Parte esterna	Manico	Remi interi	Parte esterna	Manico
1	1	6 $\frac{5}{6}$	5 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{13}{24}$	11 $\frac{26}{100}$	8 $\frac{45}{100}$	2 $\frac{81}{100}$	3 663	2 717	0 916
2	1	9 $\frac{1}{3}$	7 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{13}{24}$	15 94	11 96	3 98	5 181	3 886	1 295
3	2	12 $\frac{1}{3}$	9 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	20 61	15 46	5 15	6 700	5 025	1 675
4	2	15 $\frac{1}{3}$	11 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{13}{24}$	25 29	18 97	6 32	8 215	6 161	2 054
5	3	18 $\frac{1}{6}$	13 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{13}{24}$	29 69	22 48	7 21	9 737	7 303	2 434
6	3	21 0	15 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{13}{24}$	34 61	25 96	8 65	11 356	8 442	2 814
7	4	23 $\frac{5}{6}$	17 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{23}{24}$	39 33	29 50	9 83	12 774	9 581	3 193
8	4	26 $\frac{1}{3}$	20 0	6 $\frac{1}{2}$	44 00	33 00	11 00	14 293	10 720	3 573
9	4	29 $\frac{1}{3}$	22 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	48 66	36 50	12 16	15 812	11 839	3 953
10	5	32 $\frac{1}{3}$	24 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	53 33	40 00	13 33	17 331	12 998	4 333
11	4	35 $\frac{1}{6}$	26 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{19}{24}$	58 00	43 51	14 50	18 849	14 137	4 712
12	6	38 0	28 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	62 69	47 02	15 67	20 368	15 276	5 092
Total		40								

Per la formazione di questa tavola fu calcolato il cubito a 19 pollici $\frac{4}{5}$ del piede reale, o 536 millimetri.

Le quaranta file dei rematori furono distribuite in ragione della lunghezza dei remi.

E però fu applicato ai due primi ordini al disopra dell'acqua un remigante ad ogni remo;

Due al terzo e quarto ordine;

Tre al quinto e sesto ordine;

Quattro al settimo, ottavo e nono ordine;

Cinque al decimo ed undecimo ordine;

E sei al dodicesimo ordine;

Egli è facile vedere come con questa disposizione si possa soddisfare a quasi tutte le condizioni per risolvere il problema del naviglio di Tolomeo Filopatore, nel supposto di quaranta file di rematori, invece di quaranta ordini di remi; vi si trova la lunghezza dei remi e il numero totale dei rematori, l'altezza del naviglio, la grandezza dei governali, i dodici ordini di cordoni, che servivano d'appoggio ai remi, e il numero dei remiganti applicati ad ogni remo è proporzionale alla sua lunghezza ed al suo peso.

La sola obbiezione che si possa muovere, e che mi par fondata, è che ammettendo indicare le file dei remiganti e non gli ordini dei remi la specie dei navigli distinti coi nomi che loro affibbiavano gli antichi, un naviglio ad un sol ordine di remi avrebbe potuto successivamente diventare una bireme, una trireme o una quadrireme, in ragion del numero dei rematori che sarebbero potuto applicare a questo unico ordine di remi; il che sembra contrario a quanto gli antichi han detto a tale proposito ed alle rappresentazioni che si trovano nei bassirilievi e nelle medaglie antiche, ove non si vede che un remigante ad ogni remo. D'altra parte l'idea d'aggiungere un remigante di più ad un remo, non sembra un' invenzione per cui tramandare con tanta ostentazione alla posterità il nome di coloro che hanno immaginato ad epoche diverse le biremi, le triremi, le quadriremi ed altri navigli d'ordine superiore; disposizione che non avrebbe altro voluto se non che un aumento di larghezza. Egli è evidente che se potesse trovarsi un altro metodo di collocare tre, quattro, cinque od un maggior numero di file di remi ai navigli degli antichi, di maniera che ogni spazio potesse esser distinto dal numero di questi ordini, e che questa disposizione soddisfaccia in pari modo a tutte le condizioni del problema, e risponda a tutte le obbiezioni, questo

metodo dovrebbe essere preferito a tutti quelli che non presentano lo stesso vantaggio.

Per farsi un'idea del modo col quale gli antichi potevano disporre questi ordini per formar navigli a più di cinque ordini di remi, bisogna ricordarsi quanto abbiain già detto che niente si trova o negli antichi autori o nei bassirilievi antichi, che autorizzar possa l'applicazione di parecchi uomini ad un sol remo. I bassirilievi e le medaglie mostrano al contrario che ogni remo non era manovrato che da un sol uomo, e la loro inclinazione più s'accostava alla linea verticale che alla orizzontale. Abbiamo già fatto notare che nei bassirilievi della colonna Traiana, le mani dei rematori sono collocate in modo da provare questa disposizione, l'una sendo volta in senso contrario dell'altra, come indicano le fig. 3 e 4 della tav. IV (1).

Nelle moderne galere ove si applicano parecchi rematori ad un sol remo, bisogna dar loro una inclinazione che più s'accosta alla linea orizzontale che alla verticale, affinchè i rematori, seduti su banchi quasi a livello, abbiano maggior facilità per manovrare insieme.

Questa inclinazione dà per la parte esterna dei remi una lunghezza cinque volte maggiore dell'altezza del punto d'appoggio sovravvia all'acqua, mentre nei navigli antichi, supponendo i remi inclinati di 45 gradi, la lunghezza della parte esterna non sarebbe tutt'al più che una volta e mezza l'altezza del punto d'appoggio; e però i più grandi remi del naviglio di Filopatore, che avevano 38 cubiti di lunghezza, e il manico di 9 cubiti e mezzo, doveano avere la loro parte esterna di 28 cubiti e mezzo, e l'altezza del loro punto d'appoggio al disopra dell'acqua di 20 cubiti.

Se si suppone l'appoggio del primo ordine inferiore dei remi a 2 cubiti e mezzo al disopra dell'acqua, non ne resterebbero che 17 cubiti e mezzo per collocare 38 ordini di remi. Un sì piccolo spazio m'era dapprima sembrato insufficiente per sì gran numero d'ordini di remi collocati gli uni sopra degli altri; ma rileggendo con maggior attenzione la descrizione fatta da Ateneo del naviglio a venti ordini di remi, costruito da Jerone re di Siracusa e soprattutto il passo in cui dice che l'esterno di questo naviglio era adorno di figure d'Atlanti alte 6 cubiti, poste ad eguale distanza le une dalle altre per sostenere il peso dei banchi superiori con triplici aperture

(1) La fig. 1 rappresenta una trireme, tolta dalle pitture del manoscritto di Virgilio in Vaticano. La fig. 2. è copiata da un bassorilievo antico delle ruine di Palestrina.

pel passaggio dei remi, ho pensato che tale disposizione poteva esternamente formare una specie di gradini rovesciati, come ho indicato nella fig. 8 della tav. I, che fa vedere il profilo di questi gradini per navigli dai dieci ordini sino ai quaranta, collocando cinque file di remi sur ogni banco.

La fig. 1 della tav. II indica l'applicazione di questo sistema al famoso naviglio a quaranta ordini di remi di Tolomeo Filopatore: la sua altezza al disopra dell'acqua è divisa da sette tavolati, gli uni sugli altri sporgenti. Sul primo al disopra dell'acqua colloco quattro ordini di remi e sei su ciascun tavolato superiore, il che compie i quaranta ordini di remi. Ad ogni piano i quattro o sei rematori applicati a questi remi sono seduti sur uno stesso banco, e disposti in modo da remigare con tale accordo come se fossero applicati ad un sol remo, ma con vantaggio maggiore, perchè ciascuno opererebbe con braccio di leva eguale. Rimane a provarsi come i remi dei traniti, la cui lunghezza era di 38 cubiti, potevano essere manovrati da un sol uomo. Supposti questi remi di legno d'abete, e di 8 pollici di grossezza al punto d'appoggio, il calcolo dà il loro peso di 653 libbre $\frac{1}{2}$, o 319 chilogrammi, 964 gramme, e quello da aggiungersi all'estremità del manico per metterlo in equilibrio sul punto d'appoggio di 381 chilogrammi, 945 gramme, in tutto 701 chilogrammi, 909 gramme, o un po' meno di 1334 libbre.

L'esperienza prova che una piccolissima forza basta a far muovere un bilanciere del peso di parecchie migliaia di libbre quand'è in equilibrio sul fulcro. Ho provato io stesso che per far muovere una trave di quercia lunga 38 piedi, del peso, con quello necessario per porla in equilibrio sul suo punto d'appoggio, di 1425 libbre, sendo il fulcro collocato a tre quarti della sua lunghezza, come abbiamo supposto pei remi dei traniti del naviglio del Filopatore, bastava una forza di 34 libbre, cioè la quarantacinquesima parte circa del peso di questa trave, unita al peso che la manteneva in equilibrio sul fulcro, d'onde risulta che la forza con la quale i traniti doveano operare, doveva essere almeno di 36 a 40 libbre.

Ho indicato nella tabella che segue i risultamenti di tutti i calcoli relativi ai remi di questo naviglio straordinario.

TAVOLA per le dimensioni e il peso dei remi del gran naviglio di Tolomeo Filopatore, stando al sistema espresso dallo spaccato trasversale di questo navigio, indicato dalla fig. 1 della Tavola II.

34

MARINERIA

TAVOLELLI sull'acqua	Numero degli ordini di remi	LUNGHEZZA dei remi			Lunghezza del manico o parte interna in metri e millimetri	Lunghezza della pala o parte esterna in metri e millimetri	Curvatura al fulcro in centimetri	Superficie di grossezza media		CUBO			Distanza del centro di gravità al punto d'appoggio		PESO			
		in piedi reali e decimali	in metri e millimetri	in metri e millimetri				del manico	della pala	del manico	della pala	di tutto il remo	del manico	della pala	di tutto il remo	la grossezza all'estremità del manico per il quale si equilibra sul suo fulcro.	PESO in chilogrammi	PESO in chilogrammi
1.	1.	13 20 45	13 20 45	13 20 45	13 20 45	13 20 45	13 20 45	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	14 725	10 021	14 725
2.	2.	13 21 45	13 21 45	13 21 45	13 21 45	13 21 45	13 21 45	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	14 725	10 021	14 725
3.	3.	13 22 45	13 22 45	13 22 45	13 22 45	13 22 45	13 22 45	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	14 725	10 021	14 725
4.	4.	13 23 45	13 23 45	13 23 45	13 23 45	13 23 45	13 23 45	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	14 725	10 021	14 725
5.	5.	13 24 45	13 24 45	13 24 45	13 24 45	13 24 45	13 24 45	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	14 725	10 021	14 725
6.	6.	13 25 45	13 25 45	13 25 45	13 25 45	13 25 45	13 25 45	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	14 725	10 021	14 725
7.	7.	13 26 45	13 26 45	13 26 45	13 26 45	13 26 45	13 26 45	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	0 009	14 725	10 021	14 725

La grossezza del capo del manico dei remi è di 6 centimetri per tutti. La superficie media della pala è $\frac{1}{2}$ di quella del remo al punto d'appoggio.

Per dimostrare la possibilità di questo famoso naviglio, mi resta a rispondere ad una obbiezione che mi si fece sulla sua stabilità da un abile ingegnere di marina, cioè sulla difficoltà che questo naviglio, come lo supposi, avesse a sostenersi sull'acqua senza cappeggiare. Basterà forse mostrare che la posizione del suo metacentro è conforme a quella che prescrivono le formole d'Eulero e di Bouguer, dalle quali risulta che un naviglio non cappeggia mai se nella sezione trasversale che passa pel suo centro di gravità, la larghezza C, D (Tav. II, fig. 1), a pelo d'acqua, è più del doppio dell'altezza I, E, ed il centro di gravità G di questo naviglio non è alto al disopra della linea di galleggiamento, che della metà dell'altezza che sprofonda nell'acqua.

Nello spaccato che presento del naviglio a quaranta ordini di remi di Filopatore, la larghezza a pelo d'acqua sarebbe di 42 cubiti, si immergerebbe nell'acqua 12 cubiti e mezzo, meno del terzo di tale larghezza, il centro di gravità di questo bastimento con quanto potesse contenere, non sarebbe di 7 cubiti distante dalla linea di fluttuazione; anzi avrebbe più stabilità che non fosse necessaria per un bastimento a remi, e potrebbe aver anche delle vele.

Per assicurarmi meglio dei principii di stabilità dei corpi galleggianti in ragione della loro forma, institui moltissime esperienze che formeranno un articolo separato che terrà qui dietro, il risultato delle quali è che, onde un solido pieno o scavato, di qualsiasi forma, si sostenga sull'acqua in una data situazione, bisogna che la sua parte verticale immersa nell'acqua sia almeno eguale alla metà della sua larghezza, presa a pelo d'acqua, nel piano trasversale passante pel suo centro di gravità; tale proprietà può fornire ai dotti ed ai costruttori un mezzo semplice e facile di sciogliere un problema utilissimo dell'architettura navale.

* Le due diverse disposizioni che proposi per sciogliere la quistione dei famosi navigli a più ordini di remi degli antichi, sono il frutto d'infinita ricerche ed osservazioni fatte dietro la lettura di quasi tutto quanto si scrisse a tale proposito da autori antichi e moderni, e coll'esame degli antichi bassirilievi.

Sarebbe forse possibile impiegar questi mezzi con qualche vantaggio per galere di un nuovo genere.

Le grandi galere moderne, all'epoca in cui se ne faceva maggior uso, avevano ventisei remi da ciascuna parte, lunghi 36 piedi, 24 per la parte esterna e 12 pel manico. Il punto d'appoggio era sul bordo della galera, 5 piedi sovr'acqua, ed ogni remo era manovrato da 5 uomini agenti con forze ineguali. Quello collocato al capo del manico, che remava in piedi, s'affaticava di più percorrendo a ciascun remeggio uno spazio di circa 6 piedi, mentre il remigante seduto, vicino al punto d'appoggio, faceva minore sforzo e movimento. Si è calcolato che soli $\frac{2}{3}$ dello sforzo del rematore collocato al capo del remo servivano per avanzare la galera, e $\frac{1}{16}$ dello sforzo di chi stava al punto d'appoggio, di modo che la forza media che faceva avanzare una galera era $\frac{1}{8}$ dello sforzo dei rematori.

Valutando questo sforzo 250 libbre per remo, i $\frac{1}{8}$ che servivano ad avanzare la galera, sarebbero 66 libbre $\frac{2}{3}$ e 3,466 libbre $\frac{2}{3}$ pei cinquantadue remi; dividendo questo sforzo per 80 piedi quadrati di superficie che la galera oppone all'acqua, si ha 43 libbre $\frac{1}{2}$ per ciascun piede.

Dai calcoli istituiti sulla resistenza dei fluidi, si ha che tale forza darebbe una velocità di 6 piedi per secondo, e 3,600 tese per ora.

L'esperienza confermò questo calcolo, perchè si conobbe che una galera a cinque ordini di remi, vogante colla massima velocità non dava più di venti remeggi al minuto, che valutati 3 tese ciascuno danno, secondo il calcolo già fatto, 3,600 tese per ora.

Per porgere idea dell'effetto de' remi nei navigli degli antichi, comparato a quello dei remi delle galere, ricercheremo quale sarebbe il risultato, se invece d'applicare cinque uomini ad un remo, si ponessero cinque ordini di remiganti collocati sullo stesso banco, come indicammo nel profilo del naviglio di Tolomeo Filopatore (fig. 1, tav. II).

Si conserverebbe l'altezza del punto d'appoggio de' remi a 5 piedi sovr'acqua, ma si darebbe loro un' inclinazione di 45 gradi. Con tale disposizione si troverebbe che i remi non avrebbero più di 18 piedi invece di 36, ed essendo collocati in equilibrio sul loro punto d'appoggio, essi potrebbero con facilità manovrarsi da un sol uomo con una forza di 50 libbre, di cui i $\frac{2}{3}$ sarebbero 20 libbre per la forza che avanzerebbe la galera, e pei duecento sessanta remi, 5,200 libbre, il che ne darebbe 65 per la forza, corrispondente a ciascun piede quadrato, invece di 43 libbre e mezzo trovate nel calcolo precedente, di modo che tre ordini di remi basterebbero per far muovere una galera colla stessa prestezza che applicandovi cin-

que remiganti a ciascun remo, riducendo così il numero dei remiganti a cento cinquantasei invece di duecento sessanta.

È facile vedere che con tale disposizione le pentere degli antichi non dovessero esser più alte delle nostre galere, e che i più lunghi remi dei navigli a quindici e sedici ordini di remi di Demetrio Poliorcete non dovessero avere più 27 o 28 piedi di lunghezza, e quelli del naviglio a venti ordini di remi di Jerone, 33 o 34 piedi, cioè esser più piccoli di quelli delle nostre galere.

Coll'altro mezzo proposto, distribuendo i remiganti su due ordini di remi, cioè uno o due sul primo ordine, e due o tre sul secondo, le galere non avrebbero un bordo più alto di 5 o 6 piedi.

Io non ebbi altra intenzione, proponendo questi due mezzi, che dimostrare la possibilità di tali navigli straordinarii di cui gli antichi lasciarono una descrizione circostanziata abbastanza per farcene conoscere tutte le parti.

Dell'Arca di Noè.

La poca convenienza delle figure che trovansi in qualche edizione della Bibbia e nel Dizionario di Calmet per ispiegare il testo, mi ha fatto nascere l'idea di tentare con quanto si ha dalla Genesi e dalle Antichità Giudaiche, d'indicare nelle Tav. IX le disposizioni e la forma che avrebbe potuto avere un naviglio straordinario tanto per la grandezza che per la sua destinazione.

È detto nella Genesi che questo naviglio fu intrapreso per ordine di Dio, che ne indicò la forma e le dimensioni a Noè in questi termini:

« Fatti un'arca di legnami piallati: tu farai nell'arca delle piccole stanze, e la invernicherai di bitume e di dentro e di fuori. E la farai in questo modo: la lunghezza dell'arca sarà di trecento cubiti, la larghezza di cinquanta cubiti: l'altezza di trenta. Farai nell'arca una finestra, e il tetto dell'arca farai che vada alzandosi fino ad un cubito: farai poi da un lato la porta dell'arca: vi farai un piano di fondo, un secondo piano e un terzo piano (*).

(*) *Fac tibi arcam de lignis levigatis: mansiunculas in arca facies, et bitumine linies intrinsecus et extrinsecus. — Et sic facies eam: Trecentorum cubitorum erit longitudo arce, quinquaginta cubitorum latitudo et triginta cubitorum altitudo illius. — Fenestram in arca facies, et in cubito consummabis summitatem ejus: ostium autem arce pones ex latere: deorsum conacula et tritiga facies in ea.* — Così la Genesi 14, 15, 16. Poste queste dimensioni, dice il Martini, ne viene

I tanti commentatori della Bibbia non sono d'accordo sulla specie di cubito di cui si tratta nel testo per esprimerne le dimensioni. Gli Ebrei ne distinguono di tre sorta:

1.° Il gran cubito o cubito santo (*ammah hakkodesch*) il cui modello conservavasi nel santuario del tempio, e dividevasi in otto *tophak*.

2.° Il vero cubito (*ammah eineth*); dividevasi in sei *tophak*.

3.° Il cubito comune di soli cinque *tophak*.

Parecchi autori pensano che il gran cubito degli Ebrei fosse lo stesso del cubito sacro degli Egiziani che credevasi la dugento millesima parte d'un grado del meridiano terrestre; sicchè 18 di questi cubiti equivarrebbero a dieci metri esatti di misura attuale, e che il valore del cubito corrisponda a 555 millimetri e $\frac{5}{9}$ o pollici 20 e 6 linee $\frac{1}{2}$. Con questa calcolazione i trecento cubiti formanti la lunghezza dell'arca corrisponderebbero a 166 metri $\frac{2}{3}$, o 513 piedi, ed i cinquanta cubiti a 27 metri $\frac{2}{3}$, od 85 piedi 6 pollici, e finalmente l'altezza di 30 cubiti a 16 metri $\frac{2}{3}$, o 51 piedi $\frac{2}{3}$.

Quanto alla forma di questo immenso naviglio, supposto fosse quella d'un forziere o d'un parallelepipedo assegnatagli dalla maggior parte dei commentatori della Bibbia, il suo volume sarebbe stato di 450,000 cubiti cubici, o di 77,642 metri, o 10,358 tese cubiche, sicchè il volume dell'arca dovea essere venti volte maggiore di quello d'un vascello di primo ordine. Ma il famoso naviglio a 40 ordini di remi di Tolomeo Filopatore era ancor maggiore dell'arca di Noè, poichè il suo volume era di 616,000 cubiti cubici o una volta e mezza circa più grande.

Osservarono parecchi commentatori che la forma parallelepipedica mal addicevasi ad un immenso naviglio destinato ad essere immerso in una vasta estensione d'acqua senza fondo; il piatto suo fondo e le facce in giro commesse ad angolo retto, come veggonsi rappresentate in due tavole del Dizionario della Bibbia di Calmet alla parola *arca*, non offrono forza, solidità e fermezza sufficienti a resistere agli sforzi della massa d'acqua nella quale il naviglio dovea essere immerso.

L'idea di dare all'arca di Noè la forma d'un parallelepipedo

che la capacità interiore dell'arca era di quattrocento cinquanta mila cubiti, e il cubito è misura d'un piede e mezzo. — Giuseppe Ebreo e Filone dicono che l'arca avea quattro piani, ma contano per un piano la carena. Nella carena alcuni mettono la provvigione dell'acqua, perchè la figura dell'arca non avea bisogno di savorra.

non può derivare che dall'essersi tradotta la parola ebraica *thebah*, colla quale il naviglio è indicato nel sacro testo, col latino *arca* e coll'italiano *arca*, indicante un forziere, chè il forziere in quella vece in ebraico è indicato colla parola *aron*, colla quale accennasi pure nella Bibbia a quella specie di *forziere* in cui si deponevano le tavole della legge. Nello stesso libro adoperasi la parola *thebah* ad indicare la culla di giunchi nella quale fu Mosè esposto sul Nilo, ed è probabile che la forma di essa più s'accostasse a quella d'un battello che d'un forziere o d'una cassa quadrata. Attenendomi alle dimensioni determinate dal testo della Bibbia, ho cercato formare un naviglio atto a rispondere allo scopo col quale fu costruito, cioè a mettere in salvo la famiglia di Noè e i diversi animali che vi doveano essere racchiusi nel tempo del diluvio, difesi dalle straordinarie piogge che lo cagionarono.

Voleasi pertanto una solida costruzione per resistere agli urti dell'immensa quantità d'acqua nella quale il naviglio dovea essere immerso, ed una tal distribuzione interna che mettendo al coperto da ogni pericolo uomini, animali e provigioni, ne potesse derivare l'ordine, la comodità e la salubrità indispensabili pel collocamento di tanti individui e di tante cose necessarie alla loro conservazione.

Quanto alla solidità invece d'un fondo piatto che si unisca ad angolo retto colle faccie, come la maggior parte dei commentatori e quelli che han dato disegni di questo naviglio s'avvisano, ho immaginato che il fondo dovess'essere a carena e presentare una forma che fosse un *dimidium* fra quella dei battelli destinati ai grandi fiumi e dei navigli di mare.

La qual forma procura il vantaggio di combinare un tavolato estremamente solido, fortificato al disotto dalla parte che forma la carena, il che gli impedisce d'arcuarsi, formato da un triplice ordine di pezzi di legno che si commetton incrociandosi in due sensi ben incatramati ed incavigliati.

Su questo tavolato, che forma un solo pezzo, sta il corpo del naviglio, le cui faccie esterne sono composte di tre ordini di travi commesse. L'interno è diviso in parecchi ordini di stanze, (*mansiuncule*) indicate nella Bibbia colla parola ebraica *quidim*.

Questi ordini formano tre piani principali ed un quarto praticato nella copertura indipendentemente dal fondo della cala compreso nella carena.

Tutte le stanze sono disimpegnate da una gran corsia collocata nel mezzo che regna in tutta la lunghezza e l'altezza del naviglio, e di

più da quattro fughe di porte. Queste stanze ricevono aria e luce da tre ordini d'aperture lunghe e strette, coperte all'esterno da tettucci formati collo sporto del tetto diviso in cinque parti nel senso della larghezza per impedire all'acqua piovana di penetrar nell'interno.

Lievi ascese occupano la lunghezza del gran corridoio, e fan capo nel mezzo della sua parte inferiore: le quali ascese sono divise da pianerottoli che servono a comunicare ad ogni piano, e giovano ancora alla solidità legando le due parti del naviglio separate dal corridoio, come pure le asticciuole quaduple indicate negli spaccati. (V. le fig. 1, 2, 3, 4 e 5, tav. IX).

Le figure 1 e 3 rappresentano il naviglio veduto all'estremità. Nella 3 si vede la porta per cui entravasi.

La fig. 2 è uno spaccato trasversale ove si nota il profilo del fondo in carena, quello dei tetti e le aperture per la luce e il rinnovamento dell'aria.

La fig. 4 rappresenta una parte d'una faccia laterale e lo spaccato interno sulla lunghezza; vi si notano le lievi ascese, i tre piani di case e il quarto compreso nel tetto.

La fig. 5 mostra porzione della parte superiore della copertura e le piante dei piani al disotto che raffigurano la distribuzione interna, la disposizione di ogni ordine di stanze, del gran corridoio e delle ascese.

Ho preveduto una parte delle obiezioni che mi si potrà muovere su questo naviglio straordinario, la cui esistenza e la cui possibilità negarono parecchi dotti.

Recherà forse meraviglia che io me ne sia occupato; ma non devonsi considerare le particolarità nelle quali sono entrato se non come un'indicazione dei modi che sarebbersi potuti adoperare per la sua esecuzione e che ne provano la possibilità.

Esperienze ed osservazioni sui corpi galleggianti nell'acqua.

Deriva da queste esperienze:

1.º Che i corpi d'un peso specifico minore di quello dell'acqua, immersi in questo fluido vi prendono una situazione costante, che dipende dalla loro forma e dalla posizione del loro centro di gravità.

2.º Che per prendere questa situazione sembrano girare intorno ad una retta o ad un asse passante pel loro centro di gravità; e

però il corpo A, B, C, D, fig. 1, tav. X, collocato nell'acqua gira intorno all'asse A, B, secondo una direzione C, D perpendicolare a quest'asse per prendere la conveniente posizione.

3.° Che il piano che passa pel centro di gravità G d'un corpo perpendicolarmente al suo asse serve a far conoscere la posizione che deve prendere e il suo grado di stabilità.

4.° Che perchè un corpo galleggiante di figura qualunque si sostenga in una determinata posizione, bisogna che nella sua sezione trasversale, passante pel suo centro di gravità, perpendicolarmente al suo asse, la linea IG sia almeno eguale a G, R, fig. 2, 3, 4, 6 e 8.

5.° Che nelle figure in cui tutte le linee condotte dal centro di gravità sono eguali, come nel circolo fig. 5, le linee I, G e G, R, sendo della stessa grandezza, il solido di cui è la sezione trasversale, come un cilindro od una sfera, si regge su qualunque parte della circonferenza sia collocato, ma siccome le forze che lo sostengono in ciascuna posizione sono in equilibrio, la menoma forza addizionale lo fa girare intorno al suo asse.

6.° Che le altre figure rettilinee o curvilinee, ove tutte le linee condotte dal loro centro di gravità al loro perimetro non sono eguali, come nelle fig. 2, 3, 4, 6 e 8, bisogna perchè girino che G, R sia maggiore di I, G.

E però un prisma a base quadrata di quercia reggesi egualmente su ciascuna delle sue faccie, perchè su qualunque faccia sia posato, ha sempre L, G eguale a G, R, fig. 6, ma per farlo girare gli è necessaria una forza addizionale B, A' eguale alla differenza tra G, B e G, R.

7.° Che se la base del prisma è un rettangolo le cui faccie contigue A, B; B, D, fig. 3, sieno ineguali, non potrà reggersi che sur una delle sue faccie grandi, perchè in questa seconda posizione I, G è sempre maggiore di G, R, d'onde segue che il prisma fig. 7 non potrebbe reggersi nella posizione in cui è rappresentato, poichè I, G è minore di G, R.

8.° Che questi effetti sono gli stessi pei corpi di egual forma e dimensione, pieni o scavati, o dello stesso specifico peso.

A meglio far conoscere il risultamento di tali effetti, ho applicato il calcolo ad alcune esperienze su tale proposito, egualmente utili allo studio dell'idraulica e della navigazione.

Prima Applicazione.

Un prisma a base quadrata di rovere d'un piede di lunghezza, e di cui ogni faccia ha sette pollici di larghezza collocato nell'acqua sur una delle faccie vi si sprofonda del sesto e si regge egualmente su ciascuna. Le linee L, G e G, R , fig. 6, che indicano i bracci di leva delle potenze della massa del prisma sono ciascuna di tre pollici e mezzo; G, R è il braccio di leva della potenza che tende a far girare il prisma, ed L, G quello della resistenza, sicchè indicando la massa con M , bisogna perchè il prisma si sostenga che il prodotto $M \times L, G$ sia eguale ad $M \times G, R$.

La massa del prisma può essere espressa da quella dell'acqua spostata, indicata nella fig. 6 col rettangolo $I B D F$, che in tal caso è di 6 pollici per 7, che danno 42 di superficie. L, G e G, R , sendo ciascuno di 3 pollici e mezzo, il loro prodotto per la massa 42 darà pure 147 per la potenza che tende a far girare questo prisma; ed $I G$ la resistenza che vi si oppone, d'onde risulta che questo prisma deve rimanere nella sua posizione. Ma considerando che se un prisma a base quadrata gira sul suo asse, la leva orizzontale, fig. 6, aumenta nella ragion medesima della verticale, sino a che $A G$ diventi orizzontale e $B G$ verticale, deve risultarne che il braccio di leva per far girare questo prisma deve essere maggiore di $G B = 4$ pollici e $\frac{9}{10}$, e la forza addizionale maggiore della differenza $B K = 1,45$, sicchè il prodotto della massa $M \times B K$ o di $42 \times 1,45$, che dà 60,90 sarà l'espressione della sua stabilità, cioè della sua maggior resistenza prima di cappeggiare.

Seconda Applicazione.

Un altro prisma, fig. 15, dell'egual forma e dimensione, ma svuotato, non si sprofonda nell'acqua che di un pollice e mezzo, e si regge egualmente su ciascuna delle sue facce come il prisma pieno, la massa di acqua spostata non è che di un pollice e mezzo sì che si ha pure $M \times L, G = M \times G, R$, perchè in questa indicazione il solo valore di M è cangiato ed è di 10 e mezzo, che moltiplicato per 3 e mezzo dà $36 \frac{1}{2}$ per le due forze. $B K$, essendo pure di 1,45 l'espressione della sua stabilità, sarà indicata da $M \times B K$, che diventa 10,50 per 1,45 e che dà 15,225, è facile di vedere che

questo risultato paragonato a quello del prisma pieno, si trova nello stesso rapporto della massa, d'onde può conchiudersi che nei prismi delle stesse forme e dimensioni, le stabilità sono fra loro come i pesi espressi dalle masse d'acqua spostate.

Terza Applicazione.

Un prisma a base rettangolare di 4 pollici per 7 sur un piede di lunghezza, sendo collocato nell'acqua sulla sua piccola faccia BD di 4 pollici di larghezza non può reggersi o pieno come nella fig. 7 o svuotato come indica la fig. 16, perchè in questi due casi si ha il prodotto di $M \times LG$ minore di quello di $M \times GR$.

Un prisma posto nell'acqua sulla sua faccia maggiore BD , fig. 3, vi si regge con una stabilità espressa da $M \times BK$; sendo $BG = 4,03$ e GR o GK sendo 2, il valore di BK per questo prisma sarà 2,03; il prisma pieno sprofonda nell'acqua di 3 pollici e $\frac{2}{7}$, e sposta 21 pollici d'acqua che rappresenta la sua massa indicata con M , sicchè la stabilità di questo prisma è indicata da $21 \times 2,03$ che dà 42,63. Il prisma svuotato, fig. 9, non si sprofonda nell'acqua che di un pollice $\frac{1}{7}$, il volume d'acqua spostato è di 8 pollici rappresentato da M , d'onde risulta che la sua stabilità sarà espressa da $8 \times 2,03 = 16,24$.

Quarta Applicazione.

Un altro prisma svuotato, senza faccia superiore, fig. 16, sendo posta nell'acqua sulla faccia minore CD , non si regge, ma quando vi si versa dentro una certa quantità d'acqua che fa sbassare il suo centro di gravità rendendone più pesante la parte inferiore, questo prisma si regge, il che prova che un battello che cappeggierebbe sendo vuoto può acquistare una certa stabilità col suo peso; occorrono circa 2 pollici d'altezza d'acqua perchè questa specie di scatola o di battello cominci a reggersi. L'arte di disporre convenientemente le merci in un naviglio è di altissima utilità alla navigazione.

Quinta Applicazione.

Un terzo prisma svotato posto sur una faccia grande BD e senza faccia superiore, fig. 9, non si sprofonda nell'acqua che di $\frac{2}{3}$ di pollice, e sposta 5 pollici $\frac{1}{4}$ d'acqua; il suo centro di gravità G è ad un pollice dal punto R . BG , sendo per questo caso 3, 64 e $GR = I$, si ha $BK = 2, 64$; M , che indica la massa d'acqua spostata, sendo 5 $\frac{1}{4}$, l'espressione della stabilità di questa cassa o battello sarà $5, 64 \times 5 \frac{1}{4}$, il che dà 14, 40, che è più di due volte e mezza il suo peso.

Osservazione importante.

I grandi battelli (fig. 17) che servono a navigare sui fiumi son quasi sempre larghi tre volte più che alti, e non equivalgono, carichi che sieno, ad un prisma massiccio di legno della stessa forma; in tale stato il loro centro di gravità non si innalza alla metà della loro altezza, il che dà GL almeno una volta e mezza più grande di GR , donde risulta che la loro stabilità sendo maggiore una volta e mezza del peso loro, non possono mai cappeggiare, ma i battelli che servono a trasportar passeggeri, avendo la loro larghezza appena d' un quarto maggiore della loro altezza, può accadere che quando contengono parecchi passeggeri in piedi, il loro centro di gravità s'innalzi di modo che GR diventi quasi eguale a GL , fig. 18; allora il menomo movimento può farlo cappeggiare e cagionare grandi accidenti, il perchè sarebbe prudente, quando i battelli contengono molti passeggeri, di farli sedere, o fortificare il fondo degli stessi battelli con una lamina di piombo nascosta nella foderatura. Il marchese di Marigny avea al castello di Menard un batteletto costruito di modo che mai non potea cappeggiare, e di cui valeasi per passeggiare su la Loira.

Sesta Applicazione.

Un prisma a base triangolare, fig. 4, della stessa lunghezza dei precedenti, formando la metà d'un prisma a base quadrata, tagliato sur una sua diagonale, i cui lati BR ed RC sono di 7 pollici, sendo posto nell'acqua sul suo angolo retto BRC vi si profonda di quattro

pollici $\frac{10}{100}$, e sposta 21 pollici d'acqua, la distanza GR del suo centro di gravità è di 3 pollici e $\frac{5}{100}$, e quella GS di 4,96, sicchè SH è 1,66; M che indica la massa è di 21, l'espressione della stabilità di questo prisma per tal modo collocato si trova $21 \times 1,66$ che dà 34,86.

Settima Applicazione.

Lo stesso prisma, fig. 10, collocato nell'acqua sulla sua gran faccia, vi si profonda 3,08 pollici, la distanza del centro di gravità al punto R è di 1,65 pollici, e quella dello stesso centro al punto B è di 5,22 pollici, il che dà $BK = 3,57$, e per l'espressione della stabilità $M \times BK = 21 \times 3,57$, cioè 74,97.

Ottava Applicazione.

Un prisma somigliante ai precedenti, fig. 13, ma svuotato, collocato nell'acqua sulla sua faccia maggiore, non si profonda che 0,77 di pollice, e sposta una massa d'acqua di 7 pollici. La distanza GR dal suo centro di gravità è di 1,45 pollici, e BG è di 5,16 sicchè BK è 3,71 e l'espressione della sua stabilità $7 \times 3,71$ che dà 25,97.

Nona Applicazione.

Lo stesso prisma svuotato, fig. 12, collocato nell'acqua sul suo angolo retto non può reggersi: s'ei lo potesse, sprofonderebbe nell'acqua di 2,65 pollici: allora la distanza GR del suo centro di gravità sendo maggiore di GI la potenza che tenderebbe a far girare questo prisma sarebbe espressa da $IK = 2,65 \times 7$ ovvero 18,55, mentre la resistenza sarebbe espressa da $GI = 1,85 \times 7$, il che non dando che 12,95, prova non potersi il prisma sostenere.

Decima Applicazione.

Lo stesso prisma svotato e senza faccia superiore non può ancora reggersi sul suo angolo retto, ma quando si versa dell'acqua in tale specie di battello sino alla metà dell'altezza GR si sostiene. È una nuova prova che il carico dei battelli può aumentare la loro

stabilità, perchè il prisma pieno che indica il maggior carico, procura, a' sensi della sesta applicazione, una stabilità di 34, 86.

Undecima Applicazione.

Un cilindro di rovere pieno, fig. 5, di 7 pollici di diametro sur un piede di lunghezza, sendo postato nell' acqua, vi si profonda 5 pollici $\frac{5}{16}$, e sposta una massa d'acqua di 33 pollici $\frac{11}{16}$. Considerando il cerchio o prisma formante la sezione che passa pel centro di gravità, vedesi che esso centro sendo lo stesso di quello del cerchio, le linee LG, IG ed RG, che indicano le distanze di questo centro alla circonferenza, saranno raggi tutti eguali fra loro, ciascuno di 3 pollici e mezzo. E però queste linee, che sono i bracci di leva della massa produrranno potenze eguali espresse da $33,14 \times 3 \frac{1}{2}$, il che dà 116 che si compenseranno tra loro per sostenere il cilindro in equilibrio nell'acqua, come abbiamo già sopra spiegato, sicchè la sua stabilità rispetto ad una potenza che le spingerebbe perpendicolarmente al suo asse sarebbe zero. Se invece del cilindro si pone nell'acqua una palla o una sfera dello stesso legno, cederà al menomo impulso in tutte le direzioni.

Dodicesima Applicazione.

Un cilindro scavato, fig. 14, delle stesse dimensioni, posto nell'acqua non vi si sprofonda che di un pollice e $\frac{1}{2}$, e sposta 7 pollici e $\frac{1}{2}$ d'acqua; ma a cagione dell'eguaglianza dei bracci di leva LG e GR si trova in equilibrio nell'acqua come il cilindro pieno, quantunque le potenze indicate con $7,83 \times 3,50$ non diano che 27,37 invece di 116.

Tredicesima Applicazione.

Un semi-cilindro pieno, fig. 2, di rovere, della stessa lunghezza e dell'egual diametro del precedente, sendo posato nell'acqua sulla sua parte convessa, vi si sprofonda di 3 pollici $\frac{1}{10}$, e sposta una massa d'acqua di 16 pollici $\frac{31}{100}$; il suo centro di gravità è a 2 pollici dal punto R, la lunghezza IG di 3,64. E però la potenza che tende a far girare il semicilindro in questa posizione espressa dalla massa d'acqua spostata moltiplicata per GR che è 2, sarà $16,35 \times 2$

che dà 32,70, mentre la resistenza indicata con $16,35 \times 3,64$ dà 59,51, e per sua stabilità $26,81 = M \times IK$.

Quattordicesima Applicazione.

Lo stesso semicilindro, fig. 8, posto nell'acqua su la sua faccia piatta non si sprofonda che 2 pollici e $\frac{9}{100}$ e sposta, come il precedente 16 pollici $\frac{22}{100}$. La potenza che tende a far girare questo semicilindro indicata con $16,35 \times 1,50$ dà 24,525; mentre la resistenza espressa da $16,35 \times GI = 2,60$ dà 42,51, e per la stabilità 18,135 minore di quella d'un semicilindro posto sulla sua superficie convessa.

Quindicesima Applicazione.

Un semicilindro svuotato, fig. 11, in forma di battello delle stesse dimensioni dei precedenti, sendo posto nell'acqua sulla sua parte convessa, si sprofonda di un pollice e sposta 3 pollici $\frac{1}{10}$ d'acqua. Il suo centro di gravità è distante 1,26 dal punto R ed $IG = 2,46$.

La potenza che tende a far girare sendo espressa da $3,4 \times 1,26$ dà 4,284. La resistenza espressa da $3,4 \times 2,46$ dà 8,364, e per l'espressione della stabilità 4,088.

Sedicesima Applicazione.

Lo spaccato della carena dei grandi vascelli di linea poco differisce dal semicircolo, come può vedersi dalla fig. 22 che rappresenta un pezzo principale d'un vascello di primo ordine; la sua maggior larghezza, presa sulla dirittura del centro di gravità, è 42 piedi. Quando i vascelli sono carichi sprofondano nell'acqua 18 piedi, sicchè la superficie della massa d'acqua spostata è di 607 piedi. In termine di marina perchè un vascello di primo ordine abbia una bella batteria e sia buon veliero, bisogna, a detta di Bouguer, che il centro di gravità della sua massa ch'ei nomina *metacentro*, si trovi all'altezza della linea di *fluttuazione*, il che dà GR di 18 piedi ed IG di 20 piedi $\frac{1}{10}$.

Sicchè la potenza che tende a far cappeggiare il vascello sarebbe indicata da $6,07 \times 18$ che dà 109,26 e la resistenza espressa da $6,07 \times 20,7$, il cui prodotto è 125,65, e però la stabilità non sa-

rebbe che di 1639, un po' più del settimo della potenza che tende a farlo cappeggiare.

Diciassettesima Applicazione.

I navigli a sedici ordini di remi di Demetrio Poliorcete, che governavano con tanta facilità, e dei quali Plutarco ne fa l'elogio, potevano essere disposti come lo indica la fig. 23. Stando a questa figura, il fondo avrebbe potuto avere 12 cubiti di larghezza.

1. ^a coperta		21
2. ^a "		27
3. ^a "		31
4. ^a "		36
5. ^a "	o tolda	38

Totale 165 cubiti

Sur un mezzo cubito di grossezza ridotta produrrebbe in cubo 82 cubiti e mezzo. Il legno di queste coperte, compresi i ferri ed altri oggetti capaci d'aumentare il loro peso specifico, possono rassomigliarlo a quello dell'acqua in modo da poter indicare il volume d'acqua spostata. E però questo volume sarebbe pei tavolati di 82 cubiti e mezzo per 66 cubiti fra tramezzi, travi e fascie sur una grossezza ridotta ad un terzo di cubito, il che produce 22

Per le scale, remi ed attrazzi 18 $\frac{1}{2}$

Pei palchi 82 $\frac{1}{2}$

Totale 123

E per la massa d'acqua spostata sendo calcolata a 123 cubiti, questa quantità divisa per la larghezza media che è 18 dà per la profondità di cui questo vascello dovea immergersi, 6 cubiti e $\frac{5}{6}$.

Per trovare il centro di gravità basterà moltiplicare la larghezza

di ognuno di questi tavolati per la loro distanza del punto R che darà:

Pel 1. ^o tavolato	21 × 6 =	126
" 2. ^o "	27 × 9 =	243
" 3. ^o "	31 × 13 =	403
" 4. ^o "	36 × 16 =	576
" 5. ^o "	38 × 21 =	798
Faccie, pali, tramezzi	42 × 12 =	504
Scale, remi, rematori e attrazzi	32 × 15 =	480

Totale 3130

Il che darà per la somma dei momenti 3130, che diviso per la somma delle lunghezze, 227, dà per l'altezza del centro di gravità 13 cubiti $\frac{7}{10}$, che sarà il valore di GR, ma la distanza GI, scudo di 15 cubiti, la stabilità di questo naviglio sarà espressa da GI meno GK moltiplicato per la massa d'acqua spostata, cioè per $123 \times 1,3$ che dà 159 $\frac{2}{5}$. Per poter paragonare tale stabilità a quella del vascello del primo ordine dell'applicazione precedente, bisogna sapere che i cubiti cubici di cui abbiamo fatto uso per quest'ultima applicazione valgono 4 piedi e mezzo cubici, e però i 159 cubiti e $\frac{2}{5}$ varranno 719 piedi cubici e mezzo per la stabilità d'un naviglio a remi, che ha molti minori impulsi da sostenere che un naviglio a vela.

Diciottesima Applicazione.

Nel naviglio a quaranta ordini di remi di Tolomeo Filopatore, indicato dalla fig. 21, il tavolato formante il fondo poteva avere

20 cubiti di larghezza.

1. ^o tavolato superiore	30
2. ^o "	36
3. ^o "	40
4. ^o "	44
5. ^o "	48
6. ^o "	52
7. ^o "	56
8. ^o "	60
9. ^o "	64
10. ^o "	68
11. ^o "	74

Totale 592 cubiti.

Sur una grossezza ridotta d'un mezzo cubito produce	296
Per intavolati, fascie, travi ed altro	74
Per portici, scale ed altro	59
Per remi, remiganti ed attrazzi	30
Totale	459

Questa massa divisa per la larghezza media di 35 cubiti dà per la profondità alla quale questo naviglio dovea approfondarsi, un po' meno di 13 cubiti.

Per trovare il centro di gravità si avrà:

Pel fondo	$20 \times 1 =$	20
Pel 1. ^o ponte	$30 \times 4 =$	120
" 2. ^o "	$36 \times 7 =$	252
" 3. ^o "	$40 \times 11 =$	440
" 4. ^o "	$44 \times 15 =$	660
" 5. ^o "	$48 \times 18 =$	864
" 6. ^o "	$52 \times 21 =$	1092
" 7. ^o "	$56 \times 24 =$	1344
" 8. ^o "	$60 \times 28 =$	1680
" 9. ^o "	$64 \times 32 =$	2048
" 10. ^o "	$68 \times 36 =$	2448
" 11. ^o "	$74 \times 40 =$	2960
Per tavolati, fascie, travi, ec.	$74 \times 27 =$	1998
Per portici, scale, ec.	$59 \times 22 =$	1298
Per remi, rematori ed attrazzi	$30 \times 28 =$	840
Totale	755	18064

Questa somma dei momenti 18064 essendo divisa per 755, che rappresenta la massa, darà per l'altezza G R del centro di gravità $23 \frac{92}{100}$ cubiti, mentre G I = 26, d'onde risulta che la sua stabilità sarebbe un po' minore della dodicesima parte del suo peso, non contando la zavorra che potrebbe aumentarlo molto abbassando il centro

di gravità. E però questo naviglio, qual io lo suppongo, avrebbe avuta tutta la stabilità necessaria per navigare.

Per la fig. 20 che rappresenta la sezione trasversale dell'arca di Noè, che passa pel suo centro di gravità, vedesi che GI , essendo quasi d'un quinto più grande di GR , questo naviglio, come l'ho rappresentato, avrebbe avuto tutta la stabilità necessaria.

F I N E.

TAVOLA

DELLE MATERIE CONTENUTE

NELLA

MEMORIA SU LA MARINERIA DEGLI ANTICHI

Ragioni che indussero l'autore ad istituire indagini sulla <i>Marineria</i> degli antichi	Pag. 1
Ipotesi sull'origine della navigazione	» ivi
Marineria degli antichi Egiziani e dei Greci	» 2
Naviglio a quattro ordini di remi inventati dai Cartaginesi	» 3
Naviglio a quindici o sedici ordini di remi di Demetrio Poliorcete	» 4
Naviglio a venti ordini di remi di Jerone tiranno di Siracusa	» ivi
Naviglio a quaranta ordini di remi di Tolomeo Filopatore	» 8
Modo trovato da un Fenicio per difendere questo grande naviglio dai danni del mare	» 9
Altro naviglio chiamato <i>Talamego</i> , costruito da Tolomeo Filopatore	» 10
Marineria dei Romani e dei Cartaginesi	» ivi
Battaglia d'Azio vinta da Augusto	» 11

Liburni	Pag. 12
Dromoni	" 13
Disposizione dei remi negli antichi navigli a più ordini	" <i>ivi</i>
Che cosa trasse in errore i moderni che scrissero sui navigli degli antichi	" 14
Quistioni da definirsi sui navigli a più ordini di remi	" 15
Sui primi navigli chiamati <i>deceiros, eicoros, triakontoros e tessarakontoros</i>	" 16
Adozione di questi navigli fatta dagli Ateniesi dopo la battaglia di Salamina, e di tre specie di rematori rispetto alla lor posizione	" <i>ivi</i>
Triremi e penterì	" 18
Sistema di Deslandes	" <i>ivi</i>
Quadriremi, quinquiremi, sestiremi	" 19
Settiremi e sistema di Palmerio	" <i>ivi</i>
Sistemi di Fabretti e di Vossio	" 20
Difficoltà di collocare quindici, diciotto, venti e soprattutto quaranta rematori ad un sol remo	" 21
Sistema di Meibonio	" 22
Sistema di Isacco Vossio	" 15
Esame sulla possibilità dei navigli a parecchi ordini di remi	" <i>ivi</i>
Differenza delle galere moderne coi navigli degli antichi e dell'inclinazione dei remi	" 26
Sistemi di Palmerio, Vegesio e Davide Leroy	" 27
Qual poteva essere la disposizione e l'inclinazione dei remi stando alla descrizione di Calliseno	" 29
Tabella che indica le dimensioni dei remi in cubiti, piedi e metri da uno sino a dodici ordini di remi	" 30
Disposizione che indicherebbe come un sol uomo potesse manovrare i remi dei più grandi navigli	" 3a
Tavola per le dimensioni e il peso dei remi del gran naviglio di Tolomeo Fi- lopatore	" 34
Idea dell'effetto dei remi dei navigli degli antichi paragonato a quello dei remi delle galere	" 36
Arca di Noè	" 37
Diversi cubiti	" 38
Esperienze ed osservazioni sui corpi galleggianti nell'acqua	" 40
Prima applicazione	" 4a
Seconda	" <i>ivi</i>
Terza	" 43

Quarta applicazione	<i>Pag. ivi</i>
Quinta	" 44
Osservazione importante	" <i>ivi</i>
Sesta applicazione	" <i>ivi</i>
Settima	" 45
Ottava	" <i>ivi</i>
Nonà	" <i>ivi</i>
Decima	" <i>ivi</i>
Undecima	" 46
Dodicesima	" <i>ivi</i>
Tredicesima	" <i>ivi</i>
Quattordicesima	" 47
Quindicesima	" <i>ivi</i>
Sedicesima	" <i>ivi</i>
Diciassettesima	" 48
Diciottesima	" 50



Agrà

A quaranta ordini di remi, di Tolomeo
Filopatore.

A trenta ordini di remi di Tolomeo
Filadelfo

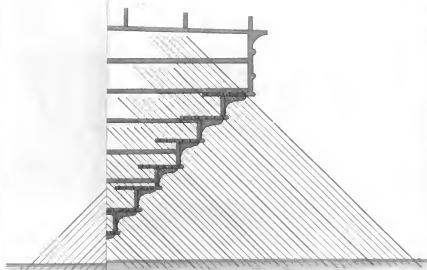
A venti remi di Ierone

A dieci ordini
di remi

Scuola Navale di Venezia







secondo ordine di rime di Demetrio Poliocorte

Fig. 2

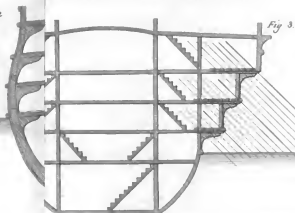
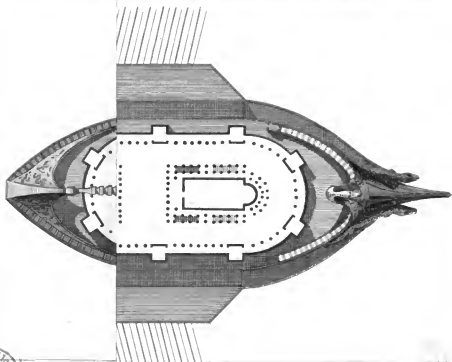
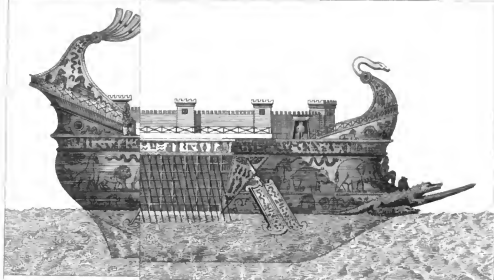


Fig. 3



G. Battaglia





Giacinto Barozzi scul.





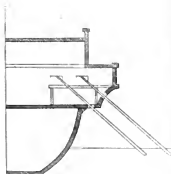


Fig. 6



bassi-relievi della Colonna Traiana.

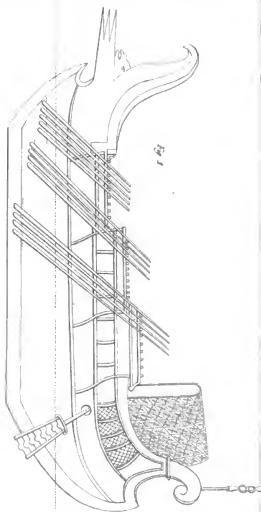
G. Bavaglia inv.





SISTEMA DI DELANDERS.

Tav. V.

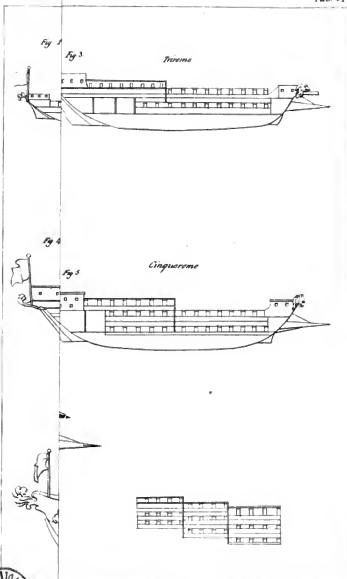


23

2. Firenze 1861







G. Bazzaglia inv.





Fig. 7

Sistema di Meubres per gli
ambli brava.



Fig. 6.

Sistema di Meubres per nuovi
brava.



Fig. 8.
Vaso.

Fig. 5.

Meubres

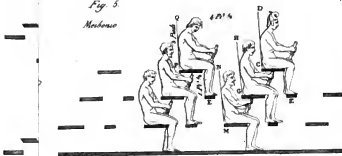




Fig 2

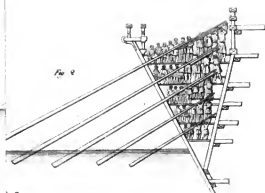


Fig 3

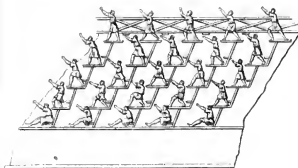
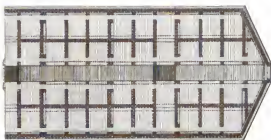




Fig. 3

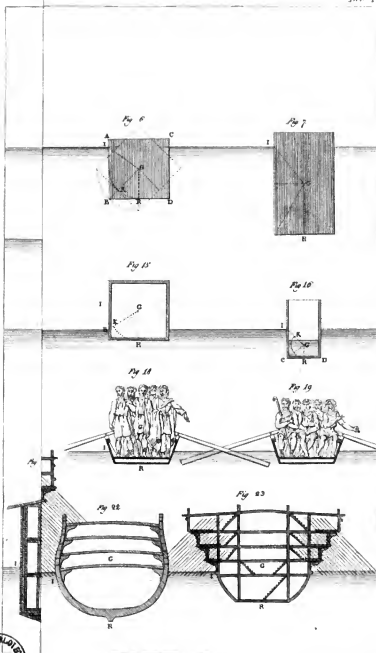


80 50 100 Meters
Cubiti
Piedi



G. Bassaglia scul.





G. Bassolet del.







10
11

12
13

BIBLIOTECA

BIBLIOTECA